

**DECLARACIÓN RESPONSABLE DEL/DE LA TÉCNICO/A COMPETENTE AUTOR/A DE TRABAJOS PROFESIONALES**

Resolución de la Dirección General de Industria, Energía y Minas por la que se establece el modelo de declaración responsable del técnico competente autor de trabajos profesionales presentados en los procedimientos administrativos en materia de industria, energía y minas

<b>1 IDENTIFICACIÓN DEL/DE LA TÉCNICO/A COMPETENTE AUTOR/A DEL TRABAJO PROFESIONAL</b>									
NOMBRE Y APELLIDOS: <b>GINÉS MARTÍNEZ PÉREZ</b>								NIF/NIE: <b>53146942Z</b>	
DOMICILIO A EFECTOS DE NOTIFICACIÓN:									
TIPO DE VÍA <b>AVENIDA</b>		NOMBRE DE LA VÍA <b>GUARDIA CIVIL</b>							
KM EN LA VÍA	NÚMERO <b>48</b>	ESCALERA	PLANTA <b>BAJA</b>	LETRA	BLOQUE	PORTAL	PUERTA		
PAÍS <b>ESPAÑA</b>	PROVINCIA <b>ALBACETE</b>		MUNICIPIO <b>ALBACETE</b>			C. POSTAL: <b>02005</b>			
TITULACIÓN: <b>INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL</b>					ESPECIALIDAD <b>ELECTRONICA</b>				
UNIVERSIDAD: <b>CASTILLA LA MANCHA</b>									
COLEGIO PROFESIONAL AL QUE PERTENECE: <b>COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TECNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE</b>								Nº DE COLEGIADO/A: <b>1280</b>	

<b>2 DATOS DEL TRABAJO PROFESIONAL</b>	
TIPO Y CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO PROFESIONAL: <b>INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED DE 987,28kWp</b>	
TÍTULO DEL DOCUMENTO TÉCNICO PRESENTADO ANTE ESTA ADMINISTRACIÓN: <b>PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "BALLESTE" DE 987,28kWp</b>	
FECHA DE ELABORACIÓN DEL TRABAJO: <b>6 noviembre 2020</b>	

<b>3 DECLARACIÓN RESPONSABLE</b>	
El/La abajo firmante, cuyos datos identificativos constan en el apartado 1, <b>DECLARA</b> bajo su responsabilidad que, en la fecha de elaboración y firma del documento técnico cuyos datos se indican en el apartado 2.	
1.- Estaba en posesión de la titulación indicada en el apartado 1. 2.- Dicha titulación le otorgaba competencia legal suficiente para la elaboración del trabajo profesional indicado en el apartado 2. 3.- Se encontraba colegiado/a con el número y en el colegio profesional indicados en el apartado 1. 4.- No se encontraba inhabilitado para el ejercicio de la profesión. 5.- Conoce la responsabilidad civil derivada del trabajo profesional indicado en el apartado 2. 6.- El trabajo profesional indicado en el apartado 2 se ha ejecutado conforme a la normativa vigente de aplicación al mismo.	
En <u>Albacete</u> a <u>6</u> de <u>Noviembre</u> de <u>2020</u>	
<b>MARTINEZ PEREZ</b> <b>GINES - 53146942Z</b>	
Firmado digitalmente por MARTINEZ PEREZ GINES - 53146942Z Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-53146942Z, givenName=GINES, sn=MARTINEZ PEREZ, cn=MARTINEZ PEREZ GINES - 53146942Z Fecha: 2020.11.06 11:15:02 +01'00'	
Fdo.: <u>Ginés Martínez Pérez</u>	

ILMO/A. SR/A. DELEGADO/A TERRITORIAL DE LA CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPLEO EN Sevilla

**PROTECCIÓN DE DATOS**

Los datos de carácter personal contenidos en este impreso podrán ser incluidos en un fichero para su tratamiento por este órgano administrativo como titular responsable del fichero, en el uso de las funciones propias que tiene atribuidas y en el ámbito de sus competencias. Asimismo, se le informa de la posibilidad de ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, todo ello de conformidad con lo dispuesto en el artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de carácter Personal (BOE nº 298, de 14/12/1999)



002050

**PROYECTO DE DESARROLLO**



**UNIVERGY  
SOLAR**

## **INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA**

**“BALLESTE” DE 987,28 kW CONECTADA A RED**

**Noviembre de 2020**

**El Ingeniero Técnico Industrial:**

**Ginés Martínez Pérez**

**Nº Colegiado: 1280 - COGITI Albacete**

**INDICE GENERAL:**

**DOCUMENTO N° 1: MEMORIA TÉCNICA**

**DOCUMENTO N° 2: CÁLCULOS Y ANEXOS**

**DOCUMENTO N° 3: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y  
SALUD**

**DOCUMENTO N° 4: PLIEGO DE CONDICIONES**

**DOCUMENTO N° 5: PRESUPUESTO**

**DOCUMENTO N° 6: PLANOS**

# DOCUMENTO N° 1. MEMORIA TÉCNICA

## ÍNDICE

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	5
1.1 ANTECEDENTES .....	5
1.2 OBJETO DEL PROYECTO .....	5
1.3 PETICIONARIO.....	5
1.4 AUTOR DEL PROYECTO .....	6
1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN (BT) .....	6
1.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN 15 kV .....	7
1.6.1 LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN DE 15 kV. EVACUACIÓN PARQUE FOTOVOLTAICO 7	
1.6.2 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN 15kV.....	7
1.6.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1000 KVA.....	7
1.6.2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	7
2 SITUACION Y EMPLAZAMIENTO .....	8
3 PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA .....	10
4 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN.....	10
5 CONTENIDO DEL PROYECTO .....	12
6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA (BT) .....	13
6.1.1 OBRA CIVIL.....	14
6.1.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO. ....	14
6.1.3 ESTRUCTURA DE MONTAJE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	14
6.1.4 CANALIZACIONES.....	15
6.1.5 VIALES INTERNOS.....	15
6.1.6 VALLADO.....	15
6.2 EQUIPOS .....	16
6.2.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	16
6.2.2 INVERSORES DE RED. ....	19
6.3 CABLEADO DE DC Y AC .....	20
6.3.1 CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA.....	20
6.3.2 CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA.....	21
6.4 PROTECCIONES.....	21
6.4.1 CUADRO GENERAL A LA SALIDA DE LA INSTALACIÓN GENERADORA .....	21
6.4.2 PROTECCIONES CONTRA CORTOCIRCUITOS Y DERIVACIONES CC.....	21
6.4.3 PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES Y SUBTENSIONES .....	21
6.4.4 PROTECCIÓN CONTRA SOBREFRECUENCIAS Y SUBFRECUENCIAS.....	22
6.4.5 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	22
6.5 PUESTA A TIERRA.....	22

6.6	SISTEMA DE MONITORIZACIÓN .....	23
6.7	SERVICIOS AUXILIARES DE LA PLANTA.....	23
6.8	SISTEMAS DE MEDIDA.....	24
<b>7</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN 20kV.....</b>	<b>24</b>
7.1	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN DE 20kV. EVACUACIÓN PARQUE FOTOVOLTAICO 24	
7.1.1	EMPLAZAMIENTO.....	24
7.1.2	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	24
7.1.3	CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA .....	24
7.1.4	POTENCIA A TRANSPORTAR.....	24
7.1.5	PUNTO DE CONEXIÓN .....	25
7.1.6	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	25
7.1.7	TRAZADO.....	25
7.2	LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN 20kV.....	25
7.2.1	CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS.....	26
7.2.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES DE M.T.....	26
7.2.3	CANALIZACIONES.....	27
7.2.4	PUESTA A TIERRA.....	27
7.2.5	PROTECCIONES.....	27
7.3	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1000 KVA.....	28
7.3.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES. ....	28
7.3.2	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	29
7.3.3	PROTECCIONES.....	33
7.3.4	MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA PLANTA SOLAR.....	34
7.3.5	PUESTA A TIERRA.....	34
7.3.6	INSTALACIONES SECUNDARIAS .....	35
7.4	CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	36
7.4.1	Características Generales del Centro de Seccionamiento.....	36
7.4.2	Descripción de la instalación .....	36
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES Y FIRMA.....</b>	<b>41</b>

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 1.1 ANTECEDENTES

El consumo energético en la sociedad de la que todos formamos parte activa, crece de forma considerable año tras año por lo que llegará un momento en que los recursos energéticos naturales de los que se dispone en la actualidad corran peligro de agotarse. Por otra parte, el sistema energético actual basado en las centrales de generaciones térmicas y nucleares presenta impactos negativos importantes sobre el medioambiente que es necesario corregir con urgencia. Estas razones hacen que sea necesaria la búsqueda de nuevas fuentes alternativas de energía que contribuyan a diversificar la actual oferta energética de forma que se pueda hacer frente al incremento de consumo a la vez que se es respetuoso con el medio.

La energía solar fotovoltaica, consiste en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica., es quizá, dentro de las energías renovables, la que podíamos considerar más ecológica debido al bajísimo impacto ambiental que presenta y está llamada a ser una de las energías del futuro. Los sistemas fotovoltaicos se caracterizan por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y Sox, principalmente), no necesitar ningún suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso, el sol, que es inagotable.

De las distintas aplicaciones de la energía solar fotovoltaica, los sistemas de conexión a red son los que presentan mayores expectativas de incremento en el mercado fotovoltaico. Un sistema fotovoltaico conectado a red se caracteriza por inyectar toda la energía que produce en la red general de distribución.

### 1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto técnico lleva como título: "Instalación PSFV (Planta Solar Fotovoltaica) BALLESTE de 987,28 kWp conectada a red", y se redacta con el objeto de describir el diseño y cálculo de los componentes de una instalación de 875,00 kW nominales (potencia aprobada por la compañía distribuidora EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal para el punto de conexión a la red eléctrica general), así como la descripción constructiva, valoración de las obras, materiales e instalaciones. No se incluye en el presente proyecto el diseño y cálculo del Centro de Seccionamiento, así como la Línea Subterránea de conexión.

La consecución de estos objetivos implicará la utilización de equipos y materiales de la más alta calidad que además permitirán garantizar en todo momento la seguridad tanto de las personas como de la propia red y los restantes sistemas que están conectados a ella.

### 1.3 PETICIONARIO

El peticionario de la redacción del proyecto es la empresa **PRONONKO DISTRICT S.L.**, cuyos datos se detallan a continuación:

- Nombre del Titular: **PRONONKO DISTRICT S.L.**
- CIF: **B-90417304**
- Domicilio: **c/ Aviación, 31, 1º MOD 15, 41007, Sevilla**

## 1.4 AUTOR DEL PROYECTO

El siguiente proyecto es redactado por **D. Ginés Martínez Pérez**, Ingeniero Técnico Industrial, con número de colegiado 1280, del colegio oficial de graduados e ingenieros técnicos de Albacete.

La empresa redactora del proyecto es **UNIVERGY INTERNATIONAL, S.L.**

Teléfono de contacto: +34 967 25 70 33

Dirección: Av. De la Guardia Civil, Nº 48, 02005 Albacete

web: [www.univergysolar.com](http://www.univergysolar.com)

## 1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN (BT)

La instalación fotovoltaica objeto de este proyecto se ubicará en el Polígono 11, parcela 1, del Término Municipal de El Coronil (Sevilla). La referencia catastral de la parcela 41036A011000010000IF.

El campo fotovoltaico se compone de módulos Seraphim modelo SRP-410-BMA-BG, que producen electricidad en corriente continua y ésta es transformada en alterna mediante 5 inversores HUAWEI modelo SUN2000-185KTL-H1, con una potencia nominal total de 175 kWn cada uno. (Ver punto 6 del proyecto).

Los módulos se conectan en serie formando 86 strings de 28 módulos.

La planta tiene una potencia pico total de 987,28 kWp.

La siguiente tabla muestra las características principales de la instalación.

*Tabla 1. Características principales del campo fotovoltaico*

CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	
FV Potencia Pico Instalada	987.280 Wp
Potencia Nominal (inversores)	875.000 Wn (175.000 Wn x 5)
Módulos Fotovoltaicos	Seraphim SRP-410-BMA-BG
Nº de módulos	2.408
Nº de strings en paralelo por inversor	4 inversores con 17 strings 1 inversor con 18 strings
Nº de módulos en serie	28 módulos
Inversor	HUAWEI SUN2000-185KTL-H1
Nº de inversores	5

## 1.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN 15 kV

La línea eléctrica de evacuación de 15 kV de la instalación solar fotovoltaica "BALLESTE", discurrirá desde la salida del centro de transformación de 1.000 KVA, en forma subterránea, hasta el centro de seccionamiento (CS). De este centro partirá otro tramo subterráneo en doble circuito hasta el apoyo a instalar del tramo aéreo para realizar la entrada-salida de la línea 'Fresnadilla'.

*Ver punto 7 del proyecto.*

### 1.6.1 LINEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN DE 15 kV. EVACUACIÓN PARQUE FOTOVOLTAICO

Construcción de un nuevo apoyo del tipo C-4500-22 entre los apoyos A269697 y A269707, situada en el polígono 11, parcela 1 del término municipal de El Coronil (Sevilla)

*Ver punto 7.1. del proyecto.*

### 1.6.2 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN 15kV.

En la instalación solar existen dos líneas subterráneas de alta tensión

LSAT Nº 1: Línea subterránea de interconexión entre el centro de transformación y el centro de seccionamiento. La longitud total del trazado es de 19 m, usándose para ello conductor 3x95mm<sup>2</sup> HEPRZ1 12/20 H16.

LSAT Nº 2: Línea subterránea de interconexión entre el centro de seccionamiento y el apoyo a instalar de la LAAT, en doble circuito. La longitud total del trazado es de 25 m, utilizándose conductor 3x240mm<sup>2</sup> RHZ1 18/30 kV H16.

*Ver punto 7.2. del proyecto.*

### 1.6.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1000 kVA

Centro de transformación construido en un edificio de hormigón prefabricado del tipo ECH-6T de dimensiones 6.440 x 2.500 y altura útil 2.535 mm. En su interior albergará el transformador de 1000 kVA de tensiones 0,8/20 kV, transformador de 10 kVA para los servicios auxiliares de la planta, un cuadro de baja tensión con todos los elementos de protección de las líneas de los inversores y protección general de la planta. Además, están incluidas las celdas de media tensión de línea, ruptofusible y medida.

*Ver punto 7.3. del proyecto.*

### 1.6.2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El Centro estará ubicado en una caseta prefabricada de hormigón independiente destinada únicamente a esta finalidad. El acceso a esta zona estará restringido al personal de la Cía. Eléctrica, y se realizará a través de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la Cía. Eléctrica.

*Ver punto 7.5. del proyecto.*

## 2 SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

La instalacion fotovoltaica objeto de este proyecto se ubicará en el **Polígono 11, parcela 1**, del Término Municipal de **El Coronil (Sevilla)**. La referencia catastral de la parcela **41036A011000010000IF**.

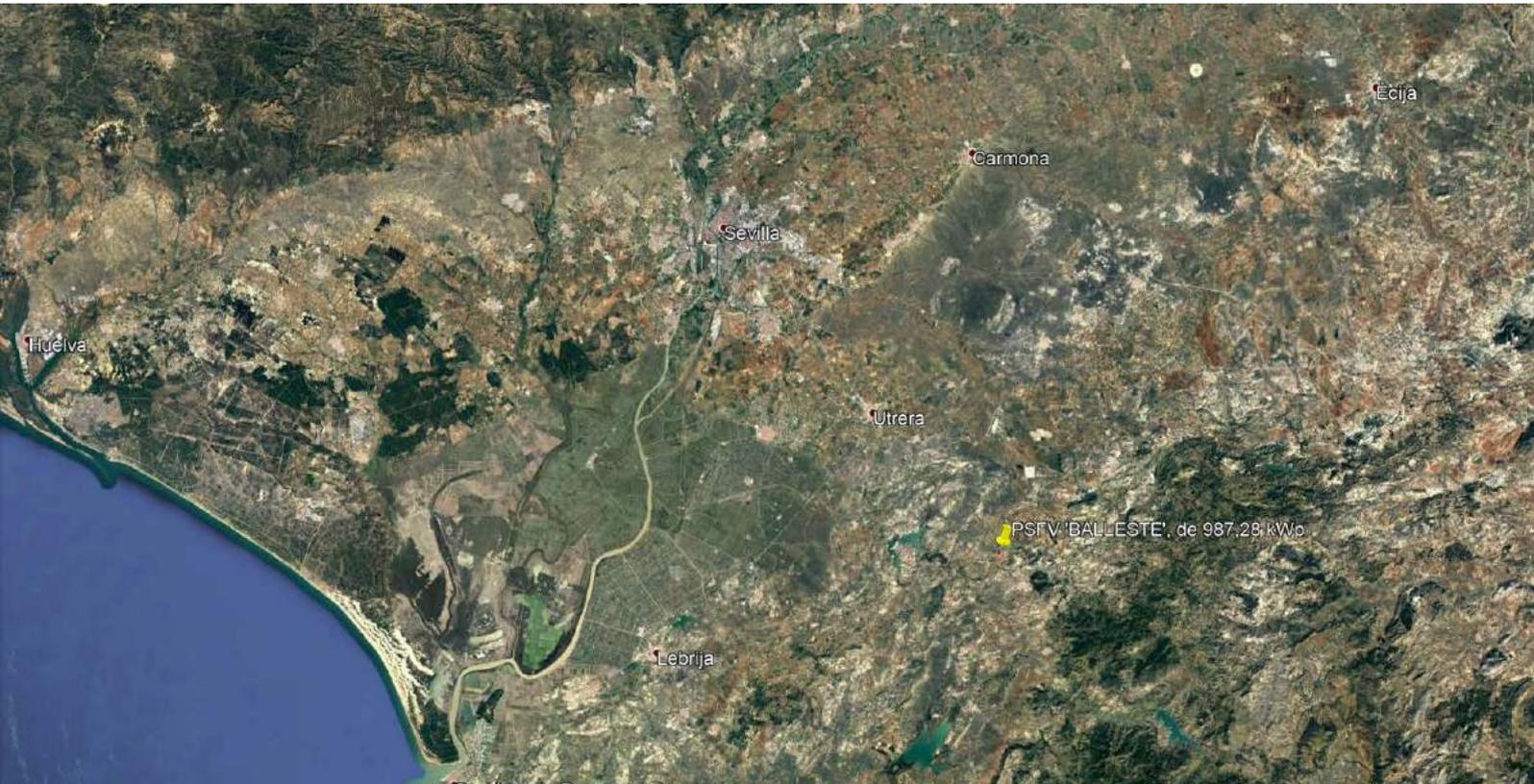
*Tabla 2. Datos geográficos del lugar*

PARÁMETROS DEL PROYECTO	
Coordenadas UTM ETRS89	(268.185; 4.101.349)
Municipio /Provincia	El Coronil, (Sevilla)
País	España

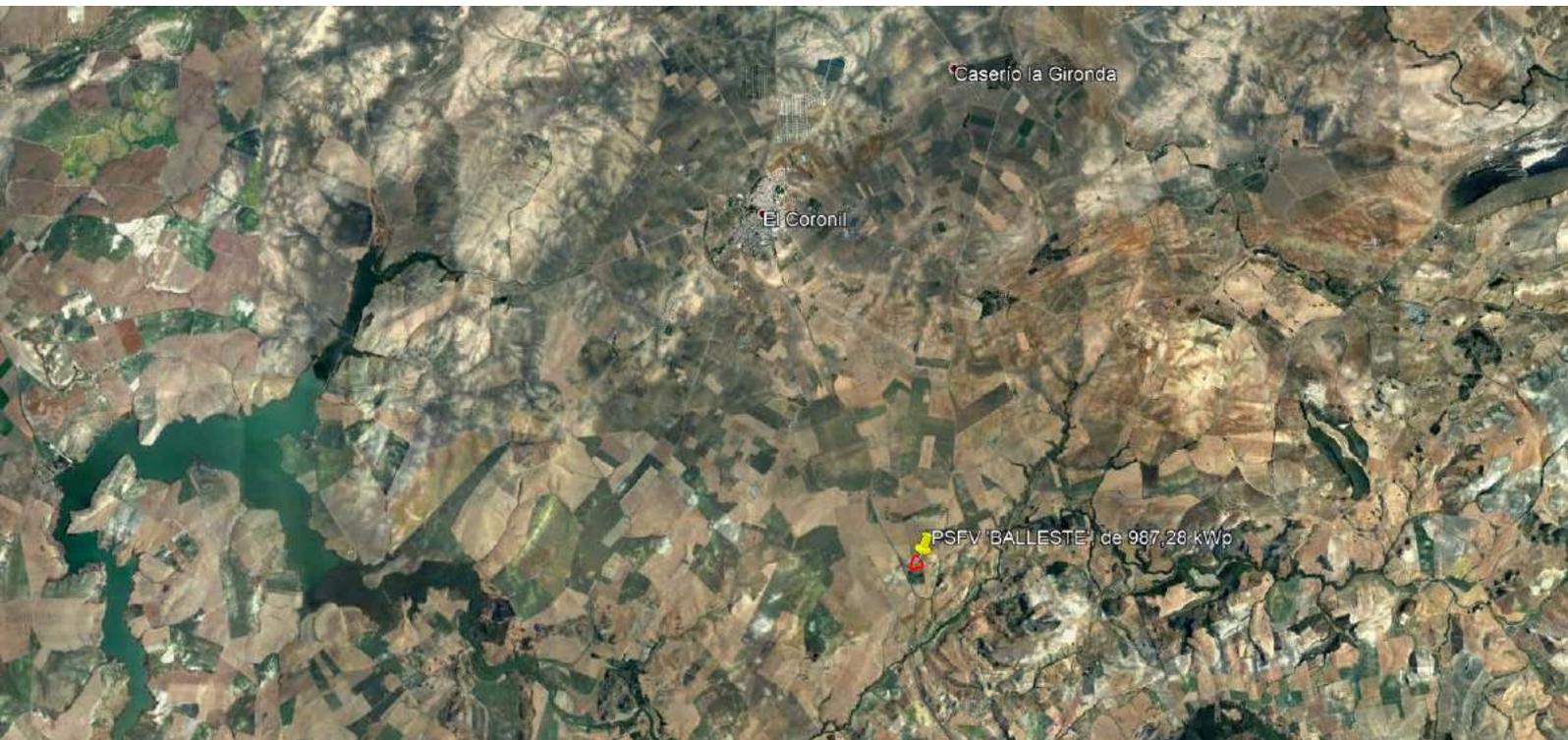
El suelo en el que se encuentra ubicado el presente proyecto es rústico permitiéndose el uso para albergar actividades de venta de energía.

*Tabla 3. Datos superficies*

SUPERFICIES	
Superficie parcela [ha]	2,74
Superficie útil (vallado) [ha]	1,19
Superficie módulos (m <sup>2</sup> )	4.920



*Imagen 1. Localización del proyecto*



*Imagen 2. Emplazamiento del proyecto*

### 3 PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA

La puesta en marcha de las instalaciones recogidas, en este proyecto, se estima en 1 mes, una vez se tengan todas las autorizaciones necesarias.

### 4 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

REAL DECRETO 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica

REAL DECRETO 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

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.

REAL DECRETO 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

REAL DECRETO 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

REAL DECRETO 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.

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-LEY 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.

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

LEY 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.

LEY 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética

LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

LEY 82/1980 de 30/12, sobre conservación de la energía.

ORDEN DE 5 DE SEPTIEMBRE DE 1985 por la que se establecen normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 KVA y centrales de autogeneración eléctrica.

DECRETO 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

DECRETO 5/1999 DE 02-02-99 por el que se establecen Normas para instalaciones eléctricas aéreas en alta tensión y líneas aéreas en baja tensión con fines de protección de la avifauna.

Normas UNE de aplicación:

De carácter general:

UNE-EN 61194:1997, parámetros característicos de los sistemas fotovoltaicos

UNE-EN 61725:1998, Expresión analítica para los perfiles solares diarios.

UNE-EN 61277:2000, Sistemas fotovoltaicos terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.

UNE-EN 61724:2000, Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.

UNE-EN ISO 9488:2001, Energía solar. Vocabulario

## 5 CONTENIDO DEL PROYECTO

El contenido del proyecto consta de los siguientes documentos:

- DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA TÉCNICA. En este documento se describe toda la obra a realizar, así como los equipos e instalaciones que componen la planta fotovoltaica.
  
- DOCUMENTO Nº 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS Y DATA SHEET. En este documento se describen los cálculos eléctricos y solares de la instalación. Y se adjuntan las hojas técnicas de los equipos utilizados en la instalación.
  
- DOCUMENTO Nº 3: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. En este documento se evalúan los riesgos de la obra y describen las medidas de seguridad adoptadas para proteger a las personas
  
- DOCUMENTO Nº 4: PLIEGO DE CONDICIONES. En este documento se describen las obras y se regulará su ejecución, con expresión de la forma en que ésta se llevará a cabo, las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista, y la manera en que se llevará a cabo la medición de las unidades ejecutadas y el control de calidad de los materiales empleados y del proceso de ejecución.
  
- DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO
  
- DOCUMENTO Nº 6: PLANOS. Este documento se compone de los planos de conjunto y de detalle de la instalación con suficiente detalle para que quede claro la obra que se pretende instalar

## **6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA (BT)**

El campo fotovoltaico se compone de módulos Seraphim modelo SRP-410-BMA-BG, que producen electricidad en corriente continua y ésta es transformada en alterna mediante 5 inversores HUAWEI modelo SUN2000-185KTL-H1, con una potencia nominal total de 175 kWh cada uno.

Los módulos se conectan en serie formando 86 strings de 28 módulos.

La planta tiene una potencia pico total de 987,28 kWp.

La siguiente tabla muestra las características principales de la instalación.

*Tabla 4. Características principales del campo fotovoltaico*

CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	
FV Potencia Pico Instalada	987.280 Wp
Potencia Nominal (inversores)	875.000 Wn (175.000 Wn x 5)
Módulos Fotovoltaicos	Seraphim SRP-410-BMA-BG
Nº de módulos	2.408
Nº de strings en paralelo por inversor	4 inversores con 17 strings 1 inversor con 18 strings
Nº de módulos en serie	28 módulos
Inversor	HUAWEI SUN2000-185KTL-H1
Nº de inversores	5

### 6.1.1 OBRA CIVIL.

### 6.1.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO.

El terreno es completamente llano, no es necesaria la adaptación del terreno para realizar la instalación. Se necesita, desbroce de terreno y limpieza de restos de hierbas para poder dejar el terreno lo más limpio posible y facilitar la instalación.

### 6.1.3 ESTRUCTURA DE MONTAJE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

Se propone una estructura estática que permita colocar dos filas de módulos en posición vertical, ya que se ha comprobado que este tipo de montaje puede reducir los costos de montaje. Dicha estructura se clava en el suelo con pilares, lo cual permite una fácil adaptación a terrenos que no sean totalmente planos. La profundidad a la que se clavan los pilares depende de las características del terreno y se calcula después de realizar las correspondientes comprobaciones in-situ. Obviamente, en el caso de roca, la profundidad de la cimentación es mucho menor.

El sistema ha sido especialmente diseñado para parques solares donde el montaje rápido y el ahorro de tierra son aspectos determinantes. El sistema se caracteriza por su versatilidad, fiabilidad y fácil instalación. Los paneles fotovoltaicos van instalados en la propia estructura.

La tornillería de la estructura será de acero galvanizado o inoxidable para prevenir y evitar oxidación. La de fijación de módulos estará, sin embargo, realizada en acero inoxidable. El modelo de fijación garantizará las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos. Como elementos de unión entre paneles se emplearán unas pletinas/grapas de fijación metálicas.

La fijación al terreno se realizará según las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico. Para un terreno medio, la estructura irá hincada directamente al terreno, salvo que las características del terreno no lo permitan u obliguen a adaptar otro tipo de cimentación alternativa. La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección
- Peso propio de la estructura y módulos soportados
- Sobrecargas de nieve sobre la superficie de los módulos
- Solicitaciones por sismo según la normativa

La estructura soporte metálica de los paneles fotovoltaicos será conectada al sistema de puesta a tierra construido.



#### 6.1.4 CANALIZACIONES

Las zanjas para el tendido de los cables ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. 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 0,1 m de espesor que podrá ser 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.

Las canalizaciones de baja tensión serán enterradas bajo tubo conforme a las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21. No instalándose más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

#### 6.1.5 VIALES INTERNOS

Se dispondrá de un camino perimetral para permitir el paso a la hora de realizar labores de operación y mantenimiento, así como el paso de vehículos y acceso a las instalaciones colindantes con un ancho de 4 m. Las distancias existentes entre los módulos y el camino perimetral serán como mínimo de 0.5 m.

#### 6.1.6 VALLADO.

Se realizará un vallado parcial de la parcela, vallando la zona donde se sitúa la instalación, con el objeto de proteger los equipos e impedir la entrada de personas ajenas a la instalación. La valla tendrá un total de 469 m y una altura de 2 m.

El vallado se compone de postes tubulares con tapón metálico, protección de aguas, orejetas y ganchos soldados a postes para sujeción de la tela metálica. Tanto los postes como la tela serán galvanizados por inmersión en caliente para asegurar la estabilidad en condiciones atmosféricas adversas.

Se prevé la colocación de, al menos, una puerta de doble hoja de simple torsión que permita la entrada de material y personas a la instalación una vez vallado la parcela.

## 6.2 EQUIPOS

### 6.2.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

#### 6.2.1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

##### Descripción

El tipo de panel elegido para esta instalación es del fabricante SERAPHIM, modelo SRP-410-BMA-BG y potencia 410 Wp. Se han elegido estos paneles por sus características técnicas y su excelente rendimiento. Se ha dimensionado la planta solar con un total de 2.408 módulos.

*Tabla 5. Características módulos fotovoltaicos*

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (condiciones estándar STC)		
	Front	Back
Potencia nominal Pmax (Wp)	410 W	308 W
Tensión de funcionamiento óptimo Vmp (V)	42,1 V	42,2 V
Corriente de funcionamiento óptimo Imp (A)	9,74 A	7,3 A
Tensión de circuito abierto Voc (V)	49,9 V	49,5 V
Corriente de cortocircuito Isc (A)	10,26 A	7,67 A
Bifacialidad (%)	70%±5%	
Temperatura de funcionamiento	-40 °C ~ +85 °C	
Tensión máxima del sistema	1500 V	
Capacidad máxima de los fusibles	20 A	
Tolerancia de potencia (W)	0/+4,99 W	
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS		
Tipo de célula	Mono cristalina	
Distribución de las células	144	
Dimensiones del módulo	2045x1002x30 mm	
Peso	24,0 kg	
Cubierta frontal	Vidrio templado de revestimiento AR de 2 mm, bajo en hierro	
Cubierta trasera	Vidrio semi-templado de 2.0 mm, bajo en hierro	
Caja de conexiones	IP68, 3 diodos	

Cable	4.0 mm <sup>2</sup> , Vertical: 255 mm (+) / 355 mm (-); horizontal: 1200 mm
Conector	MC4 compatible

**CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA**

Coeficiente de temperatura de Pmax	-0,36%/°C
Coeficiente de temperatura de Voc	-0,28%/°C
Coeficiente de temperatura de Isc	0,05%/°C
Temperatura de operación nominal de la célula (NMOT)	45 ± 2°C

## 6.2.1.2 CONFIGURACIÓN DE LA CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS.

La configuración de conexión entre los paneles y entre estos y el inversor, se ha determinado considerando tanto las características eléctricas de los módulos como de los inversores. Los parámetros que se han tenido en cuenta son:

- Margen de tensiones de MPP del inversor.
- Tensiones máximas y mínima del panel en función de la temperatura.
- Tensión máxima soportada por el panel.
- Tensión máxima soportada por los inversores.
- Intensidad de cortocircuito del panel.
- Máxima intensidad soportada por el inversor.
- Potencia pico del panel.
- Máxima potencia soportada por el inversor.

Se van a realizar enseriados con 28 módulos en serie. En la siguiente tabla se describe el tipo de configuración:

*Tabla 6. Características strings de 28 módulos*

<b>Nº MÓDULOS EN SERIE</b>	<b>28</b>
Nº STRINGS SELECCIONADO	86
Potencia Wp	11.480
Imp (A) (25 °C)	9,74
Vmpp (V) (25 °C)	1.178,80
Vmpp mínima (V) (60 °C)	1.041,87
Voc máxima (V) (5 °C)	1.514,56

### 6.2.1.3 ORIENTACION DE LOS MÓDULOS.

La ubicación de la instalación será la siguiente:

Lugar:

Coordenadas UTM ETRS89: (268.185; 4.101.349)

Elevación: 138 m

Municipio /Provincia: El Coronil, (Sevilla)

País: España

Base de datos de radiación solar empleada: Meteonorm

La estructura tendrá una orientación N-S.

### 6.2.1.4 ANALISIS DE SOMBRAS.

- Tipos de sombras

Distinguimos entre sombras temporales y debidas a la situación.

#### **Sombras temporales:**

Son por nieve, hojas de los árboles, excrementos de aves, polvo, etc. Las pérdidas de rendimiento de los paneles por estas razones, no se han de menospreciar y, por tanto, deberá hacerse limpieza periódica o en función de una vigilancia visual. La limpieza está prevista mediante agua a temperatura ambiente y con ayuda de esponja. Es necesario evitar la utilización de herramientas que puedan rallar el vidrio y tampoco se ha de limpiar en seco por el mismo motivo.

#### **Sombras por situación**

Se producen por elementos del alrededor tales como árboles, edificios y barreras naturales que tapen el sol en algún momento del día. En el caso que nos ocupa no hay ningún tipo de barrera que proyecte sombras sobre la instalación.

- Sombras producidas por la propia instalación. Diagrama de trayectoria solar.

La distancia de separación entre mesas de 5 m garantiza que no se produzcan sombras entre los paneles

Ver **Documento Nº 2. Cálculos justificativos.**

## 6.2.2 INVERSORES DE RED.

El inversor es el equipo encargado de transformar la energía generada y regularla para su inyección a red.

Para el control de la potencia generada se utilizará la solución de HUAWEI, utilizando 5 inversores, modelo SUN2000-185KTL-H1

Las características técnicas del inversor a instalar son las siguientes:

*Tabla 7. Características técnicas del inversor*

### VALORES DE ENTRADA (DC)

Rango de tensión MPP	500 – 1.500 V
Tensión máxima (Vdc)	1.500 V
Corriente máxima	234 A
Corriente máxima por conector FV	26 A
Corriente de cortocircuito	360 A
Nº de Entradas	18
Nº de MPPT	9

### VALORES DE SALIDA (AC)

Potencia nominal	175 kW
Máx. temperatura a potencia nominal	60 °C
Corriente máxima	134,9 A
Tensión nominal	800 V
Frecuencia nominal	50/60 Hz
Factor de Potencia	0,8
Factor de Potencia ajustable	0,8
TDH	< 3%

### RENDIMIENTO

Eficiencia máxima	99.03%
Euroeficiencia	98,69%

### DATOS GENERALES

Dimensiones (alto/ancho/profundo)	1.035 x 700 x 365 mm
Peso	84 kg
Sistema de refrigeración	Ventilación inteligente
Temperatura de funcionamiento	-25 °C a 60 °C
Humedad relativa (sin condensación)	0 -100%

Grado de protección	IP66
Interruptor diferencial	1.000 mA
Altitud máxima	4.000 m
Conexión	AC: Máxima sección: 240 mm <sup>2</sup> (un cable) DC (PRO): 4-6 mm <sup>2</sup> (8 pares de conectores PV-Stick) Permitido cableado en cobre y aluminio

### 6.3 CABLEADO DE DC Y AC

Para el cableado se tendrá en cuenta lo establecido en la ITC-BT-40, y la tabla 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523.

#### 6.3.1 CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA

Todos los cables están fabricados en cobre y aluminio. La sección de los cables permite que la caída de tensión entre los módulos fotovoltaicos y el inversor sea inferior al 1,5% y, por lo tanto, la pérdida de potencia debido al cableado será inferior al 1,5%.

Sin perjuicio de esta norma, las secciones mínimas de los cables son las siguientes:

- Cableado entre módulos: se harán con el propio cable incluido en el módulo.
- Cableado entre los módulos terminales y el inversor: 2x4 mm<sup>2</sup> Cu

Los cables utilizados cumplen con la normativa vigente en cuanto a aislamiento y grado de protección. En particular poseen aislamiento mayor de 1000V y son de doble aislamiento (clase II).

Los cables utilizados para la interconexión de los módulos FV estarán protegidos contra la degradación por efecto de la intemperie: radiación solar, UV y condiciones ambientales de elevada temperatura:

- Cableado entre módulos e inversores: PV-ZZ-F Cu

El cableado de los string con los inversores se efectúa mediante cable flexible y de longitud adecuada para que no exista peligro de cizalladura.

Los cableados estarán debidamente etiquetados de acuerdo con los esquemas eléctricos.

Para el conexionado entre líneas eléctricas, se utilizarán los conectores tipo MC-4, con un índice de protección mínimo de IP-65 y carcasa de poliamida resistente a impactos

En el plano de planta de instalación eléctrica de DC y en el plano del esquema unifilar que se adjuntan, se puede ver todas las secciones y protecciones de las líneas.

### 6.3.2 CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA.

Este cable es el que va desde la salida del inversor hasta el cuadro de BT.

- El cable utilizado para la conexión en alterna a la salida de los inversores será de aluminio con aislamiento de poliolefina, tipo RZ1(S) AI
- Cableado a la salida del inversor: 0,6/1kV, RZ1(S) AI

Las secciones mínimas de los cables son las siguientes:

- Cableado entre inversores y centro de transformación: 3x95 mm<sup>2</sup>AI

Todos los cables están fabricados en aluminio. La sección de los cables permite que la caída de tensión entre los módulos fotovoltaicos y el inversor sea inferior al 1,5% y, por lo tanto, la pérdida de potencia debido al cableado será inferior al 1,5%.

En el anexo de cálculo se describen la forma de calcular estas líneas.

## 6.4 PROTECCIONES

Las protecciones de la instalación se dimensionarán según la normativa. Se dispondrá un cuadro general de protección a la salida de la instalación y se equiparán en la instalación las medidas de protección contra cortocircuitos, derivaciones CC, sobretensiones, subtensiones, sobrefrecuencias y subfrecuencias, contactos directos e indirectos; así como la puesta a tierra según la normativa R.D. 842/2002 de 2 de agosto y R.D. RD 337/2014 de 9 de mayo por los que se articulan los reglamentos electrotécnicos de baja y alta tensión.

En el plano de esquema unifilar se pueden ver todas las protecciones calculadas.

### 6.4.1 CUADRO GENERAL A LA SALIDA DE LA INSTALACIÓN GENERADORA

Se instalará un cuadro general de protección para la instalación de 987,28 kWp. El cuadro general irá instalado en un armario mural situado en el edificio prefabricado del centro de transformación. Dentro se ubicarán un interruptor magnetotérmico de intensidad nominal de 800 A regulable y un diferencial de 680 A y 300 mA de sensibilidad a 800 V, tipo AC y superinmunizado.

Este cuadro también albergará tres interruptores automáticos de intensidad nominal 160 A regulable, a 800 V, para la protección de las líneas de inversores.

### 6.4.2 PROTECCIONES CONTRA CORTOCIRCUITOS Y DERIVACIONES CC

El inversor va equipado con un dispositivo de vigilancia de aislamiento en el parque fotovoltaico al que está conectado. En caso de fallo de aislamiento, el inversor desconectará la conexión del generador.

### 6.4.3 PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES Y SUBTENSIONES

El inversor dispone de protecciones contra sobretensiones de la red según exigencias reglamentarias. En tal caso, el inversor desconectará el generador fotovoltaico de la red, hasta que las condiciones vuelvan a ser las adecuadas.

El inversor ha de cumplir la norma UNE-EN 61000-4-5:2015 sobre protección contra sobretensiones.

Las protecciones del inversor por tensión desconectarán la instalación de la red según lo especificado en ITC-BT-40 apartado 7, de manera que:

- El relé de mínima tensión desconectará en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85 % de su valor nominal.
- El relé de máxima tensión desconectará en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor nominal.

Además, el inversor desconectará la instalación generadora de la red en caso de ausencia de tensión.

#### 6.4.4 PROTECCIÓN CONTRA SOBREFRECUENCIAS Y SUBFRECUENCIAS

El inversor dispondrá de protecciones contra sub y sobrefrecuencias según las exigencias reglamentarias. En tal caso, el inversor desconectará el generador fotovoltaico de la red, hasta que las condiciones vuelvan a ser las adecuadas.

Las protecciones del inversor por frecuencia desconectaran la instalación de la red según lo especificado en la ITC-BT-40 apartado 7, de manera que:

- El relé de frecuencia actuará cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz por más de 5 ciclos.

#### 6.4.5 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Contra los contactos directos se han considerado las siguientes medidas en toda la instalación tanto de corriente continua como de corriente alterna:

- Protección por aislamiento de las partes activas
- Protección por medio de barreras y envolventes.
- Protección por medio de obstáculos
- Protección por alejamiento.

Como medidas complementarias, se utilizarán diferenciales de sensibilidad de 300 mA en los circuitos de corriente alterna. En los circuitos de corriente continua se utiliza principalmente el aislamiento de las partes activas y la vigilancia de este que, si fallase, provocaría la desconexión del circuito afectado y el aviso del personal responsable.

## 6.5 PUESTA A TIERRA

La instalación contra rayos y puesta a tierra se construirá según normas y reglas VDE y DIN, aplicando piezas de construcción según normas DIN48801 hasta 48852. Se dejará completa y lista para el servicio.

Además de todas estas medidas de protección se tomarán todas aquellas medidas que sean necesarias encaminadas a hacer la instalación intrínsecamente segura contra el daño de las personas y a los equipos que la componen, se contará con las protecciones que incorporan los inversores fotovoltaicos para conexión a red. Los fabricantes de estos equipos cumplirán con las normativas europeas vigentes

Se unirán al sistema de tierras las partes metálicas de las estructuras, así como las carcasas de los inversores y todos los elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación. Esta red de tierras será independiente de la tierra del neutro del transformador, así como de la de protección del centro de transformación. La descripción de la red de tierras es la siguiente:

- Se tratará de un cable de cobre desnudo, de 50 mm<sup>2</sup> de sección, el cual discurrirá siguiendo

el trazado de las zanjas de corriente continua. Se instalará a una profundidad mínima de 80 cm sobre la rasante. A este cable se conectarán, en diferentes puntos y mediante cable aislado de las mismas características indicadas, las estructuras soportes de los módulos, así como todos los elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación.

- En el centro de transformación, se dispondrá de una arqueta de verificación de tierras.

## 6.6 SISTEMA DE 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.

La colocación de los contadores estará de acuerdo al R.E.B.T. Los puestos de los contadores estarán señalizados de forma indeleble, de manera que la asignación al titular de la instalación quede patente sin lugar a confusión. Además, estará indicado si se trata de un contador de entrada de energía procedente de la empresa distribuidora o de un contador de salida de energía de la instalación fotovoltaica. Los contadores estarán ajustados a la normativa metrológica vigente.

Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50 por 100 de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

## 6.7 SERVICIOS AUXILIARES DE LA PLANTA.

Los servicios auxiliares del Centro de transformación y de la planta solar fotovoltaica (alumbrado) estarán atendidos necesariamente por dos subsistemas de tensión (AC y DC), entre otros sistemas servirán para alimentar los sistemas de control, protección y medida.

Se va a instalar un trafo de 10kVA para la alimentación exclusiva de los SS.AA del CS, CT'S y de la planta solar, (iluminación, sistema de monitorización, etc.).

Para la canalización de los cables de B.T. dentro del CT se utilizarán bandejas metálicas, estarán ancladas a la pared o al techo mediante los soportes adecuados. La conexión desde la bandeja de cada equipo se realizará mediante tubo corrugado.

En el apartado de "Planos" se facilita el esquema unifilar y el plano de planta de los SS.AA.

- Potencia total instalada:

ALUMB CASETA	232 W
USOS VARIOS	2500 W
SISTEMA SEGURIDAD	600 W
CLIMATIZACIÓN	3000 W
MONITORIZACION	2000 W
RECTIFICADOR	200 W
TOTAL....	8.532 W

## 6.8 SISTEMAS DE MEDIDA.

La medida de energía de la planta solar fotovoltaica se realizará en una celda de medida de Alta tensión. La medida y facturación de esta instalación se realizará según lo dispuesto en el RD 1699/2011.

Para la medida de los servicios auxiliares, se utilizará un contador normatizado por la compañía y cumplirá con la normativa vigente.

## 7 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN 20kV.

La línea eléctrica de evacuación de 15 kV de la instalación solar fotovoltaica "BALLESTE", discurrirá desde la salida del centro de transformación de 1.000 KVA, en forma subterránea, hasta el centro de seccionamiento (CS). De este centro partirá otro tramo subterráneo en doble circuito hasta el apoyo a instalar del tramo aéreo para realizar la entrada-salida de la línea 'Fresnadilla'.

### 7.1 LINEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN DE 20kV. EVACUACIÓN PARQUE FOTOVOLTAICO

#### 7.1.1 EMPLAZAMIENTO

El apoyo de conexión a red está ubicado en la propia parcela de la planta, en el polígono 11, parcela 1, El Coronil (Sevilla).

#### 7.1.2 PLAZO DE EJECUCIÓN

Se estima el plazo de ejecución de 7 días.

#### 7.1.3 CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA

Categoría:	TERCERA (Tensión nominal 25 Kv)
Zona:	A

La energía será suministrada por EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L., y tendrá como características:

- Tipo de corriente:	Alterna-Trifásica.
- Frecuencia:	50 Hz
- Tensión nominal Alta Tensión:	15 KV
- Tensión nominal Baja Tensión :	400/230 V

#### 7.1.4 POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por la caída de tensión, que no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\text{máx}} \cdot \cos \phi$$

como:  $I_{m\acute{a}x} = 197,92 \text{ A}$

tendremos que para un factor de potencia del 0,80 la potencia máxima que puede transportar la línea en función de la tensión nominal será:

$U_n = 15 \text{ KV}$ ,  $P_{m\acute{a}x} = 4.114 \text{ Kw}$

### 7.1.5 PUNTO DE CONEXIÓN

#### - Punto de conexión

El punto de entronque con las redes de ENDESA (Referencia: PRES 0000167723-3) será en la línea denominada 'Fresnadilla' de EDISTRIBUCIÓN, concretamente entre los apoyos A269697 y A269707.

### 7.1.6 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Se procederá a la instalación de un nuevo apoyo de línea aérea con cables de Aluminio - Acero, denominación 47-AL1/8ST1A (LA 56) entre los apoyos A269697 y A269707.

La línea tendrá:

**Apoyo 1:** Apoyo del tipo C-4500-22 con crucetas de 2 metros, aisladores poliméricos. Seccionadores unipolares, antiescalo y losa. Doble conversión aéreo-subterráneo.

### 7.1.7 TRAZADO.

#### - Longitud y planteamiento general

El número de vanos es igual a dos, con una longitud total de 233 metros quedando ubicada en Zona A.

#### - Términos municipales afectados

El termino afectado es El Coronil, provincia de Sevilla.

#### - Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.

No existen cruzamientos en esta línea

#### - Relación de propietarios afectados

El propietario de parcela por donde discurrirá la línea no es el peticionario de este proyecto.

## 7.2 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN 20kV.

En la instalación solar existen dos líneas subterráneas de alta tensión

LSAT Nº 1: Línea subterránea de interconexión entre el centro de transformación y el centro de seccionamiento. La longitud total del trazado es de 19 m, usándose para ello conductor  $3 \times 95 \text{ mm}^2$  HEPRZ1 12/20 H16.

LSAT Nº 2: Línea subterránea de interconexión entre el centro de seccionamiento y el apoyo nº 1 de la LAAT de conexión a red en doble circuito. La longitud total del trazado es de 25 m, utilizándose conductor  $3 \times 240 \text{ mm}^2$  RHZ1 18/30 kV H16.

## 7.2.1 CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

De acuerdo con el vigente Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión, art 3, la línea se clasifica como de "TERCERA CATEGORÍA".

Las principales características serán:

- Tensión nominal: 15 kV
- Tensión más elevada: 17,24 kV
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo: 125 kV
- Tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial (30 min): 50 kV

## 7.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES DE M.T.

Las características esenciales para el cable tipo HEPRZ1 12/20 kV 3x95/240mm<sup>2</sup> Al son las siguientes:

- Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
- Semiconductora interna: Capa de mezcla semiconductora aplicada, por extrusión, sobre el conductor.
- Aislamiento: Etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Semiconductora externa: Una capa de mezcla semiconductora no metálica y pelable en caliente, aplicada, por extrusión, sobre el aislamiento.
- Pantalla: Constituida por una corona de alambre de Cu dispuesto en hélice a paso largo y una contraespira (un fleje de Cu).
- Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

Que corresponden al tipo y características esenciales siguientes:

- Tipo constructivo: HEPRZ1/RHZ1
- Tensión nominal: 12/20 kV; 18/30 kV
- Naturaleza y sección conductor: Al 95/240 mm<sup>2</sup>

Algunas otras características más importantes son:

- Resistencia máx. a 105 °C: 0,169  $\Omega$  /km
- Reactancia por fase: 0,105  $\Omega$  /km
- Capacidad: 0,453  $\mu$  F/km
- Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C
- Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s: 250°C

### 7.2.2.1 ACCESORIOS

Los terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

Los terminales se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

### 7.2.3 CANALIZACIONES

Las canalizaciones donde se enterrarán las líneas será entubada, constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico

Los cables se alojarán en zanjas de 1,5 m de profundidad y una anchura de 0,80 m.

Se instalarán arquetas en el principio y final de la línea. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas quedarán debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja serán 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.

La parte superior del tubo más próximo a la superficie no será menor de 0,6 m en acera o tierra, la zanja tendrá una profundidad mínima 0,85 m, y tendrá una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido para la colocación de dos tubos de 160 mm.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 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 el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. 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, "Cinta de plástico para señalización de cables subterráneos".

Para el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, se utilizará todo-uno, zahorra o arena. Después se colocará una capa de tierra vegetal de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el suelo a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tubos irán colocados en un plano. Al objeto de impedir la entrada del agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos estarán sellados. Los tubos de reserva tendrán tapones.

Antes del tendido se eliminará del interior de todos los tubos, incluido el multitubo para los cables de control y comunicaciones, la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar los tubos en la arqueta correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

### 7.2.4 PUESTA A TIERRA

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.

### 7.2.5 PROTECCIONES

#### 7.2.5.1 PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES.

Los cables estarán debidamente protegidos 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. La salida de línea estará protegida mediante un interruptor automático, colocado en el inicio de la instalación. 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. Los interruptores de protección de la línea estarán ubicados en el centro de transformación particular,

cumpliendo con lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

#### 7.2.5.2 PROTECCIONES CONTRA CORTOCIRCUITOS

La línea está protegida a protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos.

La protección contra cortocircuitos por medio de 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 dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

#### 7.2.5.3 PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen.

Para ello se utilizará pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de autoválvulas, lo que establece en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIERAT 13, respectivamente, del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

## **7.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1000 kVA**

### 7.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora EDISTRIBUCIÓN.

#### \* CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envoltente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

### 7.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

#### 7.3.2.1 OBRA CIVIL. LOCAL.

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHC-6T1D con una puerta peatonal de Schneider Electric, de dimensiones 6.440 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., cuyas características se describen en esta memoria.

El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía. Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía. Eléctrica.

##### 7.3.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL.

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo EHC de Schneider Electric.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHC serán:

##### \* COMPACIDAD.

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- calidad en origen,
- reducción del tiempo de instalación,
- posibilidad de posteriores traslados.

##### \* FACILIDAD DE INSTALACIÓN.

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

##### \* MATERIAL.

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

##### \* EQUIPOTENCIALIDAD.

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

\* IMPERMEABILIDAD.

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

\* GRADOS DE PROTECCIÓN.

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

\* ENVOLVENTE.

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

\* SUELOS.

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se tapan con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

\* CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE.

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Estará diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

\* PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN.

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

### 7.3.2.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA. RED DE ALIMENTACIÓN

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 15 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

## 7.3.2.3 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.

## \* CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6

- Tensión asignada: 17,24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
  - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
  - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400-630 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat. 400-630 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 Ka cresta,  
es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP2X / IK08.
- Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- **Embarrado.**

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

**CELDAS:**

\* CELDA DE LÍNEA

Celda Schneider Electric de interruptor-seccionador gama SM6, modelo IM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm<sup>2</sup>.

\* CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.

Celda Schneider Electric de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo QMBD, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm. de altura, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA., equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CI1 manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 24kV, y calibre 40 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Relé autoalimentado a partir de 5A de fase para la protección indirecta de sobrecarga y homopolar modelo PRQ de Schneider Electric, asociado a la celda de protección. Se asociará a tres toroidales, que provocará la apertura del interruptor cuando se detecte una sobrecarga o una corriente homopolar superior o igual al umbral de sensibilidad preseleccionado y después de la temporización definida.
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

\* CELDA DE MEDIDA.

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 15-30/ 5 A cl.10VA CL. 0.5S, Ith= 200 In, gama extendida al 150% y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 22000:V3/110:V3 10VA CL. 0.2, potencia a evacuar de 630 kW, Ft= 1,9 y aislamiento 24 kV.

7.3.2.4 TRANSFORMADOR.

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia TRFAC630-24, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 800V entre fases y 242V entre fases y neutro (\*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Schneider Electric, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 1000 kVA.
- Tensión nominal primaria: 15.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%, +10%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 800 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:

Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.

Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

(\*) Tensiones según:

- UNE 21301
- UNE 21428

#### CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm<sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

#### CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240 mm<sup>2</sup> Al para las fases y de 2x240 mm<sup>2</sup> Al para el neutro.

\* TRANSFORMADOR 2. PARA SERVICIOS AUXILIARES DE LA PLANTA.

Será una máquina trifásica reductora de tensión de 10 kVA, siendo la tensión entre fases a la entrada de 800 V y la tensión a la salida en vacío de 400V entre fases y 230V entre fases y neutro (\*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ANAN).

La máquina tiene unas dimensiones reducidas de 525x415x645 mm y un mantenimiento mínimo.

### 7.3.3 PROTECCIONES.

La instalación generadora estará dotada de un sistema de protección y un interruptor automático para permitir su desconexión en caso de una falta en la red o en la instalación generadora.

Características de las protecciones:

- Un relé de máxima y mínima frecuencia (81m-M)
- Un relé de máxima tensión (59) conectado entre fases.
- Un relé de máxima tensión homopolar (59N) conectado en triangulo abierto
- Protección de sobreintensidad 50/51.

### 7.3.4 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA PLANTA SOLAR.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750 mm de alto x 500 mm de ancho y 320 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 0.5 con medida:
  - Activa: bidireccional.
  - Reactiva: dos cuadrantes.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.
- Modem para comunicación remota.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

### 7.3.5 PUESTA A TIERRA

#### 7.3.5.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

#### 7.3.5.2 TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo 2 de este proyecto.

#### 7.3.5.3 TIERRAS INTERIORES.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

## 7.3.6 INSTALACIONES SECUNDARIAS

### 7.3.6.1 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

### 7.3.6.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

### 7.3.6.3 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.

### 7.3.6.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD.

#### \* SEGURIDAD EN CELDAS SM6

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 62271-200, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador 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.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

## 7.4 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

### 7.4.1 Características Generales del Centro de Seccionamiento

El centro de seccionamiento objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según norma UNE-EN 62271-200, y teledemandadas según las especificaciones del apartado 1.6.2.2 del presente capítulo.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 25 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Endesa Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad - C.S.E.).

- **CARACTERÍSTICAS CELDAS FLUSARC RM6 36 kV**

Las celdas a emplear serán de la serie FLUSARC-36 de Schneider Electric, un conjunto de celdas compactas equipadas con apartamento de alta tensión, bajo envoltente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 36 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

Toda la apartamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.3 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1

### 7.4.2 Descripción de la instalación

#### 7.4.2.1 Obra Civil

##### 7.4.2.1.1 Local

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo ECS-36 con una puerta peatonal de Schneider Electric, de dimensiones 2.500 x 1.610 y altura vista 2.750 mm., cuyas características se describen en esta memoria.

El acceso al Centro estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica suministradora. El Centro dispondrá de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la Cía Eléctrica.

##### 7.4.2.1.2 Características del local.

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo ECS de Schneider Electric.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie ECS, de seccionamiento (sin transformador) serán:

- **COMPACIDAD.**

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- calidad en origen,
  - reducción del tiempo de instalación,
  - posibilidad de posteriores traslados.
  - soluciones llave en mano.
- FACILIDAD DE INSTALACIÓN.

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

- MATERIAL

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

- EQUIPOTENCIALIDAD.

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

- IMPERMEABILIDAD

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

- GRADOS DE PROTECCIÓN

Serán conformes a la UNE 23024 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

- ENVOLVENTE.

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

- SUELOS.

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se tapanán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se

dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

- PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN.

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

#### 7.4.2.2 Instalación Eléctrica

##### 7.4.2.2.1 Características de la Red de Alimentación.

La red de alimentación al centro de seccionamiento será de tipo subterráneo a una tensión de 25 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

##### 7.4.2.2.2 Características de la Aparamenta de Alta Tensión

- CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS FLUSARC 36 kV

- Tensión asignada: 36 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
  - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 70 kV ef.
  - a impulso tipo rayo: 170 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en funciones de protección. 400.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta,

es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.

El poder de corte de la aparamenta será de 400 A eficaces en las funciones de línea y de 16 kA en las funciones de protección (ya se consiga por fusible o por interruptor automático).

El poder de cierre de todos los interruptores será igual a la intensidad dinámica.

Todas las funciones (tanto las de línea como las de protección) incorporarán un seccionador de puesta a tierra de 40 kA cresta de poder de cierre.

Deberá existir una señalización positiva de la posición de los interruptores y seccionadores de puesta a tierra.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

- **CELDA:**

- CELDA DE ENTRADA Y SALIDA.

Conjunto Compacto Schneider Electric, modelo FLUSARC (3L) teledandada, con extensibilidad a la derecha, equipado con TRES funciones de línea con interruptor, de dimensiones: 1.980 mm de alto, 1.524 mm de ancho y 1.072 mm de profundidad.

Conjunto compacto FLUSARC estanco en atmósfera de hexafluoruro de azufre SF<sub>6</sub>, 36 kV tensión nominal, para una intensidad nominal de 400 A en las funciones de línea, conteniendo:

- Funciones de líneas motorizadas.
- Equipo de telemando compuesto por:
  - Un armario de control:
    - RTU con tarjeta de comunicación IEC104 perfil ENDESA.
    - Batería rectificadora a 48 Vcc.
  - Un armario de comunicaciones con rejilla corredera para instalar los equipos de comunicación.
    - 1. Ud de controlador por función de línea equipado con Sepam S40 realizando las funciones de presencia de tensión, de detección de paso de falta, de automatismo seccionalizador, y recabando las señales de tensión e intensidad de la función de línea.
    - 3 Toroidales cerrados de fase por función de línea.
    - 1 Toroidal homopolar abarcando las tres fases por función de línea.
    - Mangueras de conexión para las funciones de línea, protección y señales de toroidales.
- El interruptor de la función de línea será un interruptor-seccionador de las siguientes características:

Intensidad térmica: 16 kA eficaces.

Poder de cierre: 40 kA cresta.

El conjunto compacto incorporará:

- Seccionador de puesta a tierra en SF<sub>6</sub>.
- Dispositivos de detección de presencia de tensión incorporados en todas las funciones de línea.
- 3 lámparas de presencia de tensión (para conectar a dichos dispositivos ya incorporados).
- Pasatapas de tipo roscados de 400 A en las funciones de línea.
- Pasatapas de tipo roscados situados en el techo de la celda para la extensibilidad derecha.
- Mando motorizado y palanca de maniobras.
- Manómetro para el control de la presión del gas.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 400 A para las funciones de línea, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

- 3 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A cada uno.

#### 7.4.2.3 Puesta a Tierra

##### 7.4.2.3.1 Tierra exterior

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

##### 7.4.2.3.2 Tierra Interior

La tierra interior del centro de seccionamiento tendrá la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a la tierra exterior.

La tierra interior se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujección y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

#### 7.4.2.4 Instalaciones Secundarias

##### 7.4.2.4.1 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 y la alimentación de la iluminación exterior.

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.

##### 7.4.2.4.2 Protección contra Incendios

Al no existir líquidos inflamables en el sistema propuesto, no se consideran necesarias medidas especiales de protección contra incendios.

#### 7.4.2.5 Medidas de seguridad

- SEGURIDAD EN CELDAS FLUSARC

Los conjuntos FLUSARC estarán provistos de enclavamientos de tipo MECÁNICO que relacionan entre sí los elementos que la componen.

El sistema de funcionamiento del interruptor con tres posiciones, impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

El dispositivo de enclavamiento de la puerta de acceso con el seccionador de puesta a tierra permite garantizar la seguridad total en las intervenciones con los cables y conectores que se tengan que realizar en este compartimento.

El compartimento de fusibles, totalmente estanco, será inaccesible mediante bloqueo mecánico en la posición de interruptor cerrado, siendo posible su apertura únicamente cuando éste se sitúe en la posición de puesta a tierra y, en este caso, se pondrán a tierra ambos extremos de los fusibles.

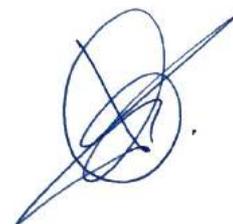
La cuba metálica será de acero inoxidable. En la parte inferior de ésta existirá una clapeta de seguridad ubicada fuera del acceso del personal. En el caso de producirse un arco interno en la cuba, esta clapeta se desprenderá por el incremento de presión en el interior, canalizando todos los gases por la parte posterior de la celda garantizando la seguridad de las personas que se encuentren en el centro de transformación.

## **8 CONCLUSIONES Y FIRMA.**

Por todo lo expuesto anteriormente, el técnico que suscribe el presente proyecto técnico de planta solar fotovoltaica conectada a red, considero que la instalación cumple con las normativas aplicadas, quedando a su disposición para cuantas aclaraciones consideren oportunas.

Madrid, noviembre de 2020

El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Ginés Martínez Pérez

Nº colegiado:1280, COGITI Albacete

# DOCUMENTO Nº2. CÁLCULOS Y ANEXOS

## ÍNDICE

ANEXO I. CÁLCULOS ELECTRICOS JUSTIFICATIVOS.....	4
1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS BAJA TENSIÓN.....	5
1.1 FÓRMULAS UTILIZADAS.....	5
1.2 CÁLCULO DE LÍNEAS DE CORRIENTE CONTINUA .....	8
1.2.1 DEMANDA DE POTENCIA CORRIENTE CONTINUA.....	8
1.2.2 RESUMEN DE CALCULOS OBTENIDOS .....	9
1.3 CÁLCULO DE LÍNEAS DE CORRIENTE ALTERNA INVERSORES A CUADRO BT.....	10
1.3.1 DEMANDA DE POTENCIAS DE CORRIENTE ALTERNA Y RESULTADOS DE CÁLCULOS DE LINEAS.....	10
1.4 CÁLCULO DE LÍNEAS DE CORRIENTE ALTERNA SERVICIOS AUXILIARES.....	14
1.4.1 DEMANDA DE POTENCIAS DE CORRIENTE ALTERNA Y CÁLCULO DE LÍNEAS... ..	14
2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS DE ALTA TENSIÓN.....	21
2.1 LINEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 15kV. EVACUACIÓN PARQUE FOTOVOLTAICO ...	21
▪ TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO ( $T_0$ ) .....	21
▪ VANO DE REGULACIÓN.....	21
▪ ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES.....	21
▪ FLECHA MÁXIMA.....	22
▪ DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	23
▪ APOYOS .....	24
▪ CIMENTACIONES .....	28
▪ AISLAMIENTO Y HERRAJES.....	29
▪ CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO.....	30
(Nota: todos los cálculos hacen referencia al tramo de conexión de 233 m.).....	30
• CAPACIDAD MEDIA DE LA LÍNEA: .....	32
2.2 LINEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN 15kV. ....	33
2.2.1 CARACTERISTICAS GENERALES .....	33
2.2.2 RESULTADOS OBTENIDOS.....	33
2.3 CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	34
2.3.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN. ....	34
2.3.2 CORTOCIRCUITOS.....	34
2.3.3 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO.....	35
2.3.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO. ....	35
2.3.5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA. ....	36
ANEXO II. CÁLCULO CONFIGURACIÓN INSTALACIONES. ESTUDIO POTENCIAL SOLAR... ..	41
3 CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN DE CADENAS POR INVERSOR.....	42
3.1.1 Número máximo de módulos por string.....	42

**PSFV “BALLESTE” DE 987,28 kWp**

3.1.2	Número de cadenas (“strings”) en paralelo .....	43
<b>4</b>	<b>ESTUDIO POTENCIAL SOLAR .....</b>	<b>45</b>
4.1	RADIACIÓN SOLAR .....	45
4.2	PRODUCCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO .....	47
4.3	RENDIMIENTO ENERGÉTICO DEL SISTEMA (PR) .....	48
4.3.1	Pérdidas por el punto de trabajo .....	48
4.3.2	Pérdidas por temperatura.....	48
4.3.3	Pérdidas por suciedad.....	49
4.3.4	Pérdidas por reflectancia angular.....	49
4.4	Rendimientos en el Resto del Sistema.....	50
4.4.1	Rendimiento del convertidor .....	50
4.4.2	Pérdidas por cableado .....	50
4.4.3	Otras pérdidas.....	50
<b>ANEXO III. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA MÓDULOS .....</b>		<b>51</b>
<b>ANEXO IV. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA INVERSORES .....</b>		<b>54</b>
<b>ANEXO V. INFORME SIMULACIÓN PVSYSY .....</b>		<b>57</b>

# **ANEXO I. CÁLCULOS ELECTRICOS JUSTIFICATIVOS**

# 1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS BAJA TENSIÓN

En el siguiente apartado se realizará el estudio de cada tramo de la instalación, considerando las líneas eléctricas, canalizaciones y protecciones.

Para el cálculo de las líneas se tendrá en cuenta las siguientes expresiones, bien sea en continua, alterna monofásica o alterna trifásica.

## 1.1 FÓRMULAS UTILIZADAS.

Emplearemos las siguientes fórmulas para el cálculo de las líneas de corriente continua y corriente alterna:

### Sistema Trifásico de corriente alterna.

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{Voltios (V)}$$

### Sistema Monofásico de corriente alterna:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

### Sistema corriente continua:

$$I = Pc / U = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

Cos  $\varphi$  = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = Nº de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en m $\Omega$ /m.

**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):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

$$\text{Barras Blindadas} = 85^\circ\text{C}$$

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

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

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

$$Q_c = P \times (\operatorname{tg}\theta_1 - \operatorname{tg}\theta_2).$$

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

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

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q<sub>c</sub> = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

θ<sub>1</sub> = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

θ<sub>2</sub> = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$$\omega = 2 \times \pi \times f; f = 50 \text{ Hz.}$$

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

### Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

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

Siendo,

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

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

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

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

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

Siendo,

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

ρ: 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)

## 1.2 CÁLCULO DE LÍNEAS DE CORRIENTE CONTINUA

Se han calculado las líneas eléctricas de corriente continua del tramo que comprende desde los string del módulo hasta el inversor de red.

Para el dimensionamiento del cable se tendrá en cuenta lo establecido en la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se considera una caída de tensión máxima del 1,5 %.

En nuestro estudio se emplea cable de Cu de 4 mm<sup>2</sup>. El cable presenta las siguientes características.

SECCIÓN(mm<sup>2</sup>): 4 mm<sup>2</sup>

TEMP.SERVICIO (°C): 25°

TENSIÓN NOMINAL (V):0,6/1kV

CONDUCTOR: PV-ZZ-F

FLEXIBILIDAD: Clase 5

### 1.2.1 DEMANDA DE POTENCIA CORRIENTE CONTINUA.

Los string están formados por 28 módulos en serie. Con las siguientes características eléctricas y potencias:

- STRING CON 28 **MÓDULOS EN SERIE**

POTENCIA STRING: **11.480 Wp**

Impp (25°C): **9,74 A**

Vmpp (25°C): **1.178,8 V**

1.2.2 RESUMEN DE CALCULOS OBTENIDOS

INVERTER	STRING INVERTER	Nº STRING	ENSERIADOS (m)	LONGITUD STRING A INVERSOR	UP/DOWN(m)	(m)	UP/DOWN N	UP/DOWN	(m)	Imp (Adc)	Vmpp (Vdc)	S used (mm2)	Conductor	AV (V)	AV (%)DC	
					5	MEASURE			L CALCULATION, 1 LINEA							
<b>INSTALACIÓN DC</b>																
1	1			String 1.1	17	7	12,00	26,40	1,20	30,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	2,63	<b>INV-1</b> 0,22
				String 1.2	17	21	26,00	54,40	1,20	44,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	3,84	0,33
				String 1.3	17	36	41,00	84,40	1,20	59,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	5,15	0,44
				String 1.4	17	50	55,00	112,40	1,20	73,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	6,37	0,54
				String 1.5	17	64	69,00	140,40	1,20	87,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	7,58	0,64
				String 1.6	17	79	84,00	170,40	1,20	102,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	8,89	0,75
				String 1.7	17	1	6,00	14,40	1,20	24,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	2,10	0,18
				String 1.8	17	15	20,00	42,40	1,20	38,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	3,32	0,28
				String 1.9	17	30	35,00	72,40	1,20	53,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	4,63	0,39
				String 1.10	17	45	50,00	102,40	1,20	68,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	5,93	0,50
				String 1.11	17	59	64,00	130,40	1,20	82,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	7,15	0,61
				String 1.12	17	74	79,00	160,40	1,20	97,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	8,45	0,72
				String 1.13	17	88	93,00	188,40	1,20	111,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	9,67	0,82
				String 1.14	17	13	18,00	38,40	1,20	36,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	3,15	0,27
				String 1.15	17	27	32,00	66,40	1,20	50,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	4,37	0,37
				String 1.16	17	41	46,00	94,40	1,20	64,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	5,58	0,47
				String 1.17	17	56	61,00	124,40	1,20	79,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	6,89	0,58
				String 1.18	17	70	75,00	152,40	1,20	93,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	8,11	0,69
1	2			String 2.1	17	6	11,00	24,40	1,20	29,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	2,54	<b>INV-2</b> 0,22
				String 2.2	17	20	25,00	52,40	1,20	43,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	3,76	0,32
				String 2.3	17	35	40,00	82,40	1,20	58,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	5,06	0,43
				String 2.4	17	1	6,00	14,40	1,20	24,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	2,10	0,18
				String 2.5	17	15	20,00	42,40	1,20	38,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	3,32	0,28
				String 2.6	17	30	35,00	72,40	1,20	53,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	4,63	0,39
				String 2.7	17	44	49,00	100,40	1,20	67,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	5,84	0,50
				String 2.8	17	59	64,00	130,40	1,20	82,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	7,15	0,61
				String 2.9	17	73	78,00	158,40	1,20	96,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	8,37	0,71
				String 2.10	17	7	12,00	26,40	1,20	30,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	2,63	0,22
				String 2.11	17	20	25,00	52,40	1,20	43,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	3,76	0,32
				String 2.12	17	35	40,00	82,40	1,20	58,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	5,06	0,43
				String 2.13	17	49	54,00	110,40	1,20	72,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	6,28	0,53
				String 2.14	17	63	68,00	138,40	1,20	86,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	7,50	0,64
				String 2.15	17	78	83,00	168,40	1,20	101,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	8,80	0,75
				String 2.16	17	92	97,00	196,40	1,20	115,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	10,02	0,85
				String 2.17	17	98	103,00	208,40	1,20	121,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	10,54	0,89
		1	3			String 5.1	17	14	19,00	40,40	1,20	37,20	9,74	1.178,80	4,00	CU
				String 5.2	17	28	33,00	68,40	1,20	51,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	4,45	0,38
				String 5.3	17	43	48,00	98,40	1,20	66,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	5,76	0,49
				String 5.4	17	7	12,00	26,40	1,20	30,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	2,63	0,22
				String 5.5	17	21	26,00	54,40	1,20	44,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	3,84	0,33
				String 5.6	17	35	40,00	82,40	1,20	58,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	5,06	0,43
				String 5.7	17	50	55,00	112,40	1,20	73,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	6,37	0,54
				String 5.8	17	64	69,00	140,40	1,20	87,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	7,58	0,64
				String 5.9	17	76	81,00	164,40	1,20	99,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	8,63	0,73
				String 5.10	17	1	6,00	14,40	1,20	24,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	2,10	0,18
				String 5.11	17	15	20,00	42,40	1,20	38,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	3,32	0,28
				String 5.12	17	30	35,00	72,40	1,20	53,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	4,63	0,39
				String 5.13	17	45	50,00	102,40	1,20	68,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	5,93	0,50
				String 5.14	17	59	64,00	130,40	1,20	82,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	7,15	0,61
				String 5.15	17	70	75,00	152,40	1,20	93,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	8,37	0,71
				String 5.16	17	84	89,00	180,40	1,20	107,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	9,58	0,82
				String 5.17	17	98	103,00	208,40	1,20	121,20	9,74	1.178,80	4,00	CU	10,54	0,89

## 1.3 CÁLCULO DE LÍNEAS DE CORRIENTE ALTERNA INVERSORES A CUADRO BT

Se han calculado las líneas eléctricas de corriente alterna del tramo que comprende desde los inversores de red hasta el cuadro de Baja Tensión del centro de transformación.

Para el dimensionamiento del cable se tendrá en cuenta lo establecido en la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se considera una caída de tensión máxima del 1,5 %.

### 1.3.1 DEMANDA DE POTENCIAS DE CORRIENTE ALTERNA Y RESULTADOS DE CÁLCULOS DE LINEAS.

Se van a instalar 5 inversores HUAWEI SUN2000-185KTL-H1, de 175 kW.

POTENCIA NOMINAL SALIDA INVERSOR: 175 kW

INTENSIDAD DE SALIDA: 134,9 A

TENSION DE SALIDA: 800 V

#### 1.3.1.1 CÁLCULO SECCIÓN DE INVERSOR A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (INVERSORES 1 A 12)

#### DEMANDA DE POTENCIAS - ESQUEMA DE DISTRIBUCION TT

- Potencia total instalada:

INVERSOR 1	175000 W
INVERSOR 2	175000 W
INVERSOR 3	175000 W
INVERSOR 4	175000 W
INVERSOR 5	175000 W
TOTAL....	875000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 875000

- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 0.8: 0

- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 1: 0

## Cálculo de la Línea: INVERSOR 1

- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 16 m; Cos j: 0.93; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 175000 W.
- Potencia de cálculo: 175000 W.

$$I=175000/1,732 \times 800 \times 0.93=135.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x95mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: AI XZ1(S) Eca

I.ad. a 25°C (Fc=0.818) 163.55 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.82

$$e(\text{parcial})=16 \times 175000 / 29.46 \times 800 \times 95=1.25 \text{ V.}=0.16 \%$$

$$e(\text{total})=0.21\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 150 A.

## Cálculo de la Línea: INVERSOR 2

- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 40 m; Cos j: 0.93; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 175000 W.
- Potencia de cálculo: 175000 W.

$$I=175000/1,732 \times 800 \times 0.93=135.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x95mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: AI XZ1(S) Eca

I.ad. a 25°C (Fc=0.818) 163.55 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.82

$$e(\text{parcial})=40 \times 175000 / 29.46 \times 800 \times 95=3.13 \text{ V.}=0.39 \%$$

$e(\text{total})=0.44\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 150 A.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 3

- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 54 m; Cos j: 0.93;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 175000 W.
- Potencia de cálculo: 175000 W.

$I=175000/1,732 \times 800 \times 0.93=135.81$  A.

Se eligen conductores Unipolares 3x95mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: Al XZ1(S) Eca

I.ad. a 25°C (Fc=0.818) 163.55 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.82

$e(\text{parcial})=54 \times 175000 / 29.46 \times 800 \times 95=4.22$  V.=0.53 %

$e(\text{total})=0.58\%$  ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 150 A.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 4

- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 85 m; Cos j: 0.93;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 175000 W.
- Potencia de cálculo: 175000 W.

$I=175000/1,732 \times 800 \times 0.93=135.81$  A.

Se eligen conductores Unipolares 3x95mm<sup>2</sup>Al

**PSFV "BALLESTE" DE 987,28 kWp**

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: AI XZ1(S) Eca

I.ad. a 25°C (Fc=0.818) 163.55 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.82

$e(\text{parcial})=85 \times 175000 / 29.46 \times 800 \times 95 = 6.64 \text{ V.} = 0.83 \%$

$e(\text{total})=0.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 150 A.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 5

- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 115 m; Cos j: 0.93; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 175000 W.
- Potencia de cálculo: 175000 W.

$I=175000 / 1,732 \times 800 \times 0.93 = 135.81 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 3x95mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: AI XZ1(S) Eca

I.ad. a 25°C (Fc=0.818) 163.55 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.82

$e(\text{parcial})=115 \times 175000 / 29.46 \times 800 \times 95 = 8.99 \text{ V.} = 1.12 \%$

$e(\text{total})=1.17\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 150 A.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

**Cuadro General de Mando y Protección**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par. c. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
LGA	875000	5	2(3x240)Al	679.03	798	0.05	0.05	150x60

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par. c. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
INVERSOR 1	175000	16	3x95Al	135.81	163.55	0.16	0.21	
INVERSOR 2	175000	40	3x95Al	135.81	163.55	0.39	0.44	
INVERSOR 3	175000	54	3x95Al	135.81	163.55	0.53	0.58	
INVERSOR 4	175000	85	3x95Al	135.81	163.55	0.83	0.88	
INVERSOR 5	175000	115	3x95Al	135.81	163.55	1.12	1.17	

## 1.4 CÁLCULO DE LÍNEAS DE CORRIENTE ALTERNA SERVICIOS AUXILIARES

### 1.4.1 DEMANDA DE POTENCIAS DE CORRIENTE ALTERNA Y CÁLCULO DE LÍNEAS.

DEMANDA DE POTENCIAS - ESQUEMA DE DISTRIBUCION TT

- Potencia total instalada:

ALUMB CASETA	232 W
USOS VARIOS	2500 W
SISTEMA SEGURIDAD	600 W
CLIMATIZACIÓN	3000 W
MONITORIZACION	2000 W
RECTIFICADOR	200 W
TOTAL....	8532 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 432
- Potencia Instalada Fuerza (W): 8100
- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 0.8: 13856
- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 1: 17320

#### Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 3232
- Potencia Fase S (W): 2700
- Potencia Fase T (W): 2600

#### Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\phi/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 8532 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
8692 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=8692/1,732 \times 400 \times 0.8=15.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16mm<sup>2</sup>Al

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 62 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

#### Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 29.16

$$e(\text{parcial})=10 \times 8692 / 34.12 \times 400 \times 16=0.4 \text{ V.}=0.1 \%$$

$$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

#### Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(m\phi/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 8532 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
8692 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=8692/1,732 \times 400 \times 0.8=15.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos

y gases corrosivos -. Desig. UNE: XZ1 Eca  
I.ad. a 25°C (Fc=1) 82 A. según ITC-BT-07  
Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 27.38

$e(\text{parcial})=10 \times 8692 / 56.37 \times 400 \times 16 = 0.24 \text{ V.} = 0.06 \%$

$e(\text{total})=0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 25 A.

#### Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 1 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 8532 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
8692 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=8692/1,732 \times 400 \times 0.8=15.68 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: AI XZ1(S) Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 62 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 29.16

$e(\text{parcial})=1 \times 8692 / 34.12 \times 400 \times 16 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: LINEA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 21 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 8532 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
8692 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=8692/1,732 \times 400 \times 0.8=15.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 43 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.99

$$e(\text{parcial})=21 \times 8692 / 53.01 \times 400 \times 10=0.86 \text{ V.}=0.22 \%$$

$$e(\text{total})=0.29\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: ALUMB CASETA

- Tensión de servicio: 230.94 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 12 m; Cos  $\phi$ : 0.9; Xu(m $\phi$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 232 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

232 W.

$$I=232/230.94 \times 0.9=1.12 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.18

$$e(\text{parcial})=2 \times 12 \times 232 / 53.74 \times 230.94 \times 1.5=0.3 \text{ V.}=0.13 \%$$

$$e(\text{total})=0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

## Cálculo de la Línea: USOS VARIOS

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\phi$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230.94 \times 0.8=13.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.73

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 2500 / 51.21 \times 230.94 \times 2.5=0.17 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

## Cálculo de la Línea: SISTEMA SEGURIDAD

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\phi$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: 600 W.

$$I=600/230.94 \times 0.8=3.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.79

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 600 / 53.62 \times 230.94 \times 2.5=0.39 \text{ V.}=0.17 \%$$

$$e(\text{total})=0.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

## Cálculo de la Línea: CLIMATIZACIÓN

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\phi$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/230.94 \times 0.8=16.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.78

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 3000 / 50.16 \times 230.94 \times 2.5=2.07 \text{ V.}=0.9 \%$$

$$e(\text{total})=1.18\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

## Cálculo de la Línea: MONITORIZACION

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(m $\phi$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/230.94 \times 0.8=10.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.79

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 2000 / 52.11 \times 230.94 \times 2.5=1.33 \text{ V.}=0.58 \%$$

$$e(\text{total})=0.86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: RECTIFICADOR

- Tensión de servicio: 230.94 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(m $\phi$ /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1
Longitud(m)	5
P.des.nu.(W)	200
P.inc.nu.(W)	0

- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
200x1.8=360 W.

$$I=360/230.94 \times 1=1.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.35

$$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 360 / 53.71 \times 230.94 \times 1.5 = 0.19 \text{ V.} = 0.08 \%$$

$$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

**Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:**

#### Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
ACOMETIDA	8692	10	4x16Al	15.68	62	0.1	0.1	63
LÍNEA GENERAL ALIMENT.	8692	10	4x16+TTx16Cu	15.68	82	0.06	0.06	75
DERIVACION IND.	8692	1	4x16+TTx16Al	15.68	62	0.01	0.07	63
LÍNEA 1	8692	21	4x10Cu	15.68	43	0.22	0.29	32
ALUMB CASETA	232	12	2x1.5+TTx1.5Cu	1.12	14.5	0.13	0.41	16
USOS VARIOS	2500	1	2x2.5+TTx2.5Cu	13.53	20	0.07	0.36	20
SISTEMA SEGURIDAD	600	10	2x2.5+TTx2.5Cu	3.25	20	0.17	0.45	20
CLIMATIZACIÓN	3000	10	2x2.5+TTx2.5Cu	16.24	20	0.9	1.18	20
MONITORIZACION	2000	10	2x2.5+TTx2.5Cu	10.83	20	0.58	0.86	20
RECTIFICADOR	360	5	2x1.5+TTx1.5Cu	1.56	14.5	0.08	0.37	16

## 2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS DE ALTA TENSIÓN.

En el siguiente apartado se realizará el estudio de cada tramo de la instalación, considerando las líneas eléctricas, canalizaciones y protecciones.

Para el cálculo de las líneas se tendrá en cuenta las siguientes expresiones en corriente alterna trifásica.

### 2.1 LINEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 15KV. EVACUACIÓN PARQUE FOTOVOLTAICO

- TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO ( $T_0$ )

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales ( $T_0$ ), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

a) Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC07 del R.L.A.T.

b) Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la zona (15 °C para Zona A y 10 °C para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda del un porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

- VANO DE REGULACIÓN

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

- $a_r$ : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- $b_i$ : Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i.(m)
- $a_i$ : Proyección horizontal de  $b_i$  (m)

- ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

La “ecuación de cambio de condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 * (T + A) = B$$

$$A = \alpha * (\theta - \theta_0) * S * E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} * \frac{P_0^2}{T_0^2} * S * E$$

$$B = \frac{a_r^2 * P^2}{24} * S * E$$

- $a_r$ : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- $T_0$ : Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).
- $\theta_0$ : Temperatura en las condiciones iniciales (°C).
- $P_0$ : Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).
- $T$ : Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).
- $\theta$ : Temperatura en las condiciones finales (°C).
- $P$ : Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).
- $S$ : Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).
- $E$ : Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm<sup>2</sup>).
- $\alpha$ : Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C).

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{\text{cond}} + \text{Sobrecarga}_{\text{hielo o viento}}$$

#### ▪ FLECHA MÁXIMA

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p * a * b}{8 * T} * \left(1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2}\right)$$

- $a$ : Longitud proyectada del vano (m).
- $h$ : Desnivel (m).
- $b$ : Longitud real del vano (m)  $\rightarrow b = \sqrt{a^2 + h^2}$
- $T$ : Componente horizontal de la tensión (kg).
- $p$ : Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).

**PSFV "BALLESTE" DE 987,28 kWp**

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de **6 metros**.

## ■ DISTANCIAS DE SEGURIDAD

## • DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., En todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a:  $D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el}$  (con un mínimo de 6 m.). A nuestro nivel de tensión de 20 kV le corresponde una  $D_{el}$  de 0,22 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de:  $D_{add} + D_{el} = 5,52$  metros.

-  $D_{add} + D_{el}$ : Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

## • DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., esto es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

- D: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.

- K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T..

- F: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T. (m).

- L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos  $L=0$ .

-  $D_{pp}$ : Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de  $D_{pp}$  se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

En el apartado 1.5.6 de la presente memoria puede consultarse el chequeo de tales distancias para cada uno de los apoyos,

Nº Apoyo	Func.	Torre	Armado	Distancia exigida (Apoyos)	Distancia existente (Apoyos)	Distancia exigida (Vano ant.)	Distancia exigida (Vano post.)
1	AL-AM	C-4500-22	T	1,37	1,39	-	0.86

## ■ APOYOS

## • CRITERIOS DE CÁLCULO

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra (Zona A, B o C)

## • ACCIONES CONSIDERADAS

## ○ CARGAS VERTICALES:

- Carga vertical permanente (Pvp):

$$P_{vp} = n \cdot \left[ P_{cond} \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left( \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right]$$

Siendo:

- a1 y a2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior.
- Pcond: Peso propio del conductor.
- Pcadl: Peso de la cadena, aisladores más herrajes.
- n: Número de conductores.
- h1 y h2: Desnivel del vano anterior y posterior (m).
- T: Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

- Sobrecarga por hielo (Sh):

$$S_h = P_h \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

- Ph: Sobrecarga de hielo. En zona B = 0,18. (Kg/m); en zona C = 0,36. (kg/m). Siendo d el diámetro del conductor (mm).

## ○ CARGAS HORIZONTALES

- Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):

$$F = q \cdot d \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right)$$

- q:: Presión del viento sobre el conductor (Kg/m<sup>2</sup>). Siendo  $q = 60 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2$  Kg/m<sup>2</sup> cuando

d 16mm y  $q = 50 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2$  kg/m<sup>2</sup> cuando d 16mm.

- d: diámetro del conductor en mm.

- Resultante de ángulo (Ra):

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Siendo, al igual que antes, el ángulo interno que forman los conductores entre sí.

- Desequilibrio de tracciones (Dt):

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Un <=66kV, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Un <66kV, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de anclaje:

Un <66kV, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:

100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

- Desequilibrios muy pronunciados:

Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.

- Desequilibrio en apoyos especiales:

Desequilibrio más desfavorable que puedan ejercer los conductores. Se aplicarán los esfuerzos en el punto de fijación de los conductores.

- Rotura de conductores (Rc):

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):

El 50% en líneas de 1 ó 2 conductores por fase.

El 75% en líneas de 3 conductores.

No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.

- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):

El 100% para líneas con un conductor por fase.

El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

- Rotura de conductores en apoyos especiales.

Se considerará el esfuerzo que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo.

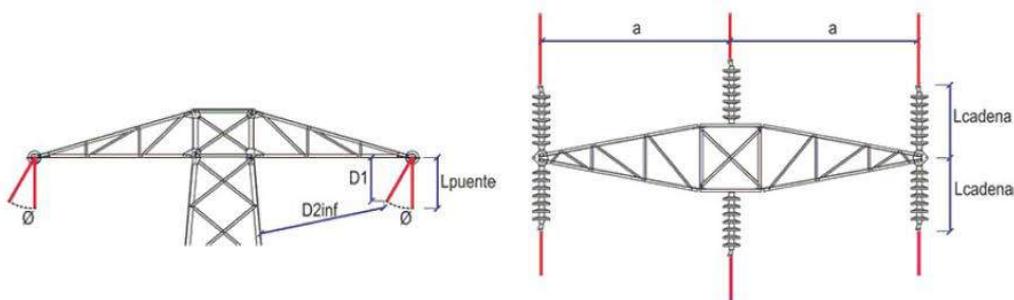


Ilustración 1: Apoyo n° 1 (AL-AM)

**PSFV "BALLESTE" DE 987,28 kWp**

- RESUMEN DE ESFUERZOS APLICADOS

- ESFUERZOS APLICADOS 1ª HIPÓTESIS (VIENTO 120 km/h)

			ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO HORIZONTAL		
Apoyo	Función	Torre	Total (kg)	Total transversal (kg)	Total longitudinal (kg)	Esfuerzo equivalente (kg)
1	AL-AM	C-4500-22	107	259	102	361

- ESFUERZOS APLICADOS 2ª HIPÓTESIS (HIELO)

No aplica, ya que en zona A no se tiene en cuenta hielo.

- ESFUERZOS APLICADOS 3ª HIPÓTESIS (DESEQUILIBRIO)

			ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO HORIZONTAL		
Apoyo	Función	Torre	Total (kg)	Total transversal (kg)	Total longitudinal (kg)	Esfuerzo equivalente (kg)
1	AL-AM	C-4500-22	107	0	248	248

- ESFUERZOS APLICADOS 4ª HIPÓTESIS (ROT. CONDUCTORES)

			ESFUERZO VERTICAL	ESFUERZO HORIZONTAL					
Apoyo	Función	Torre	Total (kg)	Total transversal (kg)	Total longitudinal (kg)	Torsión simple	Esf. Útil	Esf. Equiv.	M. Torsor
1	AL-AM	C-4500-22	-	-	-	-	-	-	-

## ■ CIMENTACIONES

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \cdot \left(h + \frac{2}{3} \cdot t\right) + F_v \cdot \left(h_t / 2 + 2/3 \cdot t\right)$$

- F = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg
- h = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.
- t = Profundidad de la cimentación en m.
- Fv = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.
- ht = Altura total del apoyo en m.

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:

$$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4, \quad M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a$$

Siendo:

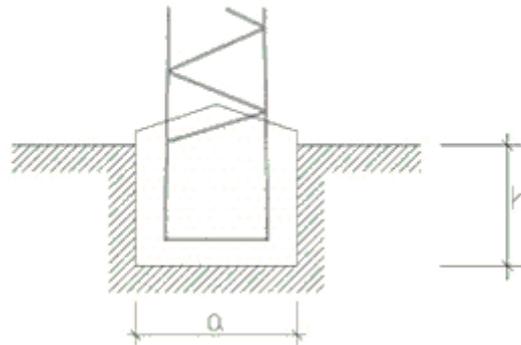
- M1 = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.
- M2 = Momento debido a las cargas verticales.
- K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad (Kg/cm<sup>2</sup> x cm)
- a = Anchura de la cimentación en metros.
- p = Peso de la torre y herrajes en Kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 de la ITC07 del R.L.A.T., debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican en el apartado 5 de la memoria descriptiva.

### Cimentación monobloque



Apoyo	Torre	Terreno	Tipo	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	Vex (m3)	V horm (m3)
1	C-4500-22	Normal	Monobloque	1.47	2.53				5.47	5.90

#### ■ AISLAMIENTO Y HERRAJES

##### ● AISLADORES

Según establece la ITC07 del R.L.A.T., apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

En el caso que nos ocupa tenemos una cadena de aisladores con un coeficiente de seguridad de:  $U70BS$  ;  $C.S. = 7000 / 668 = 10,5$  .

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo).

##### ● HERRAJES

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobase sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

**PSFV "BALLESTE" DE 987,28 kWp**

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

$$GA\_1; \quad C.S. = 4000 / 668 = 5,99$$

$$GS\_1; \quad C.S. = 3000 / 668 = 4,49$$

$$HB\_16; \quad C.S. = 10000 / 668 = 14,97$$

$$R-16AP; \quad C.S. = 16000 / 668 = 23,95$$

▪ **CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO**

(Nota: todos los cálculos hacen referencia al tramo de conexión de 233 m.)

• **RESISTENCIA ELÉCTRICA DE LA LÍNEA**

$$\text{La resistencia de la línea será: } R_L = [L(Km) \cdot R(\Omega / Km)] / n^\circ$$

Donde:

- L (Km) = Longitud de la línea.

- R ( $\Omega / Km$ ) = Resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura.

- RL ( $\Omega$ ) = Resistencia total de la línea.

- n° = Número de conductores por fase.

$$\text{Por lo tanto: } RL = [0,233 (Km) * 0,6136 ( / Km )] / 1 = 0,1430 ( )$$

• **REACTANCIA DEL CONDUCTOR**

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2 * \pi * f * \left( \frac{\mu}{2 \cdot n} + 4,605 * \log(D/r) \right) * 10^{-4} / Km.$$

- X= Reactancia aparente en ohmios por kilómetro.

- f= Frecuencia de la red en hercios=50.

- r= Radio equivalente del conductor en milímetros.

- D= Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

-  $\mu$  = Permeabilidad magnética del conductor. Para conductores de cobre, acero-aluminio y aluminio tiene un valor de 1.

- n° = Número de conductores por fase.

La separación media geométrica (D) la calculamos como:

$$\text{Por lo tanto } X = 0,3847 / Km.$$

• **DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE**

La densidad máxima admisible de un conductor, en régimen permanente, para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz, se deduce de la tabla 11 del apartado 4.2 del de la ITC07 del R.L.A.T.

**PSFV "BALLESTE" DE 987,28 kWp**

Para un conductor de Acero-Aluminio, LA-56 (47-AL1/8-ST1A), de 54,6 mm<sup>2</sup> de sección y configuración 6+1 la densidad de corriente máxima admisible es la siguiente:

$$D_{\text{máx.admi.}} = 3.6249 \text{ A/mm}^2.$$

- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La corriente máxima que puede circular por nuestro cable LA-56 (47-AL1/8ST1A) elegido, teniendo en cuenta que tiene una sección de 54,6 mm<sup>2</sup>, es de:

$$I_{\text{máx}} = D_{\text{máx adm.}} \cdot S \cdot n^{\circ}\text{conductores/fase}$$

Siendo:

- I = Intensidad de corriente máxima en A.
- S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- D<sub>máx.adm.</sub> = Densidad de corriente máxima soportada por el cable (A/mm<sup>2</sup>).

Entonces:

$$I_{\text{máx}} = 3,6249 \text{ A/mm}^2 \cdot 54,6 \text{ mm}^2 \cdot 1 = 197,92 \text{ A}$$

- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR

La máxima potencia que se puede transportar por esta línea, atendiendo al tipo de conductor usado es de:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi \cdot I_{\text{máx}}$$

Siendo:

- P = Potencia en kW.
- V = tensión en kV.
- cos  $\varphi$  = Factor de potencia .

Entonces:  $P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 15 \text{ kV} \cdot 197,92 \text{ A} = 4.114 \text{ kW}$

- CAÍDA DE TENSIÓN

La caída tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \theta + X \cdot \sin \theta)$$

Siendo:

- e = Caída de tensión (V.).
- L = Longitud de la línea (Km.).

Por lo tanto tenemos una caída de tensión:

**PSFV "BALLESTE" DE 987,28 kWp**

$$e = 3 * 197,92 \text{ (A)} * 0,23 \text{ (Km)} * [ 0,61 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,8 + 0,4073 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,6 ] = 57,64 \text{ V}$$

En tanto por ciento, la caída de tensión en la línea será de 0,38 % , que es menor que el 5% recomendable.

- PÉRDIDA DE POTENCIA

La pérdida de potencia que, por el efecto Joule, se produce en la línea viene dada por la expresión:

$$P_p = 3 * R * I^2 * L$$

Por lo tanto la potencia perdida es de:

$$P_p = 3 * 0,61 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 197,92^2 \text{ (A)} * 0,233 \text{ (Km)} = 16,80 \text{ kW}$$

Lo que supone un 0,40 % de la máxima potencia transportada.

- RENDIMIENTO DE LA LÍNEA

Viene dado por la expresión:

$$\mu = (\text{Pot. total} - \text{Pot. perdida}) * 100 / \text{Pot. total}$$

$$\mu = (4114 \text{ (kW)} - 16,80 \text{ (kW)}) * 100 / 4114 \text{ (kW)} = 99,59 \text{ \%}$$

- CAPACIDAD MEDIA DE LA LÍNEA:

Viene dado por la expresión:

$$\beta = 0,0242 / \log(D/r)$$

-  $r$  = Radio equivalente del conductor en milímetros.

-  $D$  = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

$$\beta = 0,0095 \text{ (}\mu\text{F/Km)}$$

- EFECTO CORONA

La tensión crítica disruptiva:

$$U_c = 29,8 / \sqrt{2} * m_c * m_t * 298 / (273 + \theta) * \text{Exp}(-h/8150) * r * n^{\text{conductores/fase}} * \ln(D/r_{eq})$$

Donde las consideraciones que se han tenido en cuenta son las siguientes:

- $m_c$  = Coeficiente de rugosidad de la superficie del conductor (0,85 para cables)
- $\theta$  = Temperatura máxima del tendido
- $h$  = Cota máxima del terreno en metros.
- $r$  = Radio del conductor en milímetros.
- $r_{eq}$  = Radio equivalente del conductor en milímetros.
- $m_t$  = Coeficiente del estado del tiempo (0,8 para tiempo húmedo)
- $D$  = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

$$U_c = 41 \text{ (kV)}$$

## 2.2 LINEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSION 15KV.

Emplearemos las siguientes fórmulas para el cálculo de las líneas de corriente continua y corriente alterna:

$$I = S \times 1000 / 1,732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \text{Cos } \phi / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen } \phi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

L = Longitud de cálculo en metros.

K = Conductividad a 20°. Cobre 56. Aluminio 35. Aluminio-Acero 28. Aleación Aluminio 31.

Cos  $\phi$  = Coseno de  $\phi$ . Factor de potencia.

X<sub>u</sub> = Reactancia por unidad de longitud en  $\Omega$ /m.

n = Nº de conductores por fase.

### 2.2.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 15000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos  $\phi$  : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

### 2.2.2 RESULTADOS OBTENIDOS

**LSAT Nº1. Tramo desde el centro de transformación hasta el centro de Seccionamiento (19 metros).**

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (m $\Omega$ /m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	2	19	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-38,49	3x95	150	200/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	0,425	14.999,575	0,003*	-38,49 A(-1.000 KVA)
2	0	15.000	0	38,49 A(1.000 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 <sup>2</sup> (kW)	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3RI <sup>2</sup> (kW)
1	1	2	0,026	0,026

**PSFV "BALLESTE" DE 987,28 kWp**
**LSAT Nº 2. Tramo desde CS hasta el apoyo nº 1 de conexión a red (25 metros)**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	2	25	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-158,35	3x240	200	320/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	1,318	14.998,683	0,009*	-158,348 A(-4.114 KVA)
2	0	15.000	0	158,348 A(4.114 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 <sup>2</sup> (kW)	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3RI <sup>2</sup> (kW)
1	1	2	0,24	0,24

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

$$2-1 = 0.01 \%$$

## 2.3 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

### 2.3.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

La intensidad nominal del centro es la máxima que podrá circular por la aparamenta, es decir  $I_n = 400$  A.

### 2.3.2 CORTOCIRCUITOS.

#### 2.4.2.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

#### 2.4.2.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U$  = Tensión primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

#### 2.4.2.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 500$  MVA.

$U = 25$  kV.

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$I_{ccp} = 11.55$  kA.

### 2.3.3 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO.

A pesar de la inexistencia de transformadores de potencia y por tanto de focos de calor en el interior del prefabricado de hormigón, en el prefabricado del centro compacto EHACSIB, se ha previsto una rejilla de aireación situada en una pared lateral en la parte superior.

La rejilla de aireación es de chapa de acero galvanizado con pintura poliéster de color azul RAL 5003.

### 2.3.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

#### 2.4.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

#### 2.4.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 40kA.

#### 2.4.4.3 Comprobación por solicitud térmica. Sobreintensidad térmica admisible.

La comprobación por solicitud térmica tienen como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

### 2.3.5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

#### 2.4.5.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Seccionamiento, se determina una resistividad media superficial = 150  $\Omega$ .m.

#### 2.4.5.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (EDISTRIBUCIÓN), el tiempo má desconexión del defecto es de 0.5s.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \Omega \text{ y } X_n = 25.4 \Omega \text{ con}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(máx)} = \frac{U_{S(máx)}}{\sqrt{3} Z_n}$$

con lo que el valor obtenido es  $I_d=849.04$  A, valor que la Compañía redondea o toma como valor genérico de 1000 A.

### 2.4.5.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 40-30/5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.1 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.0231 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 14 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

### 2.4.5.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro ( $R_t$ ), intensidad y tensión de defecto correspondientes ( $I_d$ ,  $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot \sigma .$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_{\max} V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde  $U_{\max}=20$

- Tensión de defecto,  $U_d$ :

$$U_d = I_d * R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 150 \Omega.m.$$

$$K_r = 0.1 \Omega./(\Omega. m).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 15 \Omega$$

$$I_d = 451.05 A.$$

$$U_d = 6765.8 V.$$

#### 2.4.5.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación 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.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \sigma * I_d = 0.0231 * 150 * 451.05 = 1562.9 V$$

#### 2.4.5.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 15 * 451.05 = 6765.8 V.$$

#### 2.4.5.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 0.5 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 107 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$$U_{ca} = \text{Tensiones de contacto aplicada} = 204 \text{ V}$$

$$R_{a1} = \text{Resistencia del calzado} = 2.000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

$$\sigma = \text{Resistividad del terreno} = 150 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

$$\sigma_h = \text{Resistividad del hormigón} = 3.000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})} = 6313 \text{ V}$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 15461.5 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 1562.9 \text{ V.} < U_{p(\text{exterior})} = 6313 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 6765.8 \text{ V.} < U_{p(\text{acceso})} = 15461.5 \text{ V.}$$

#### 2.4.5.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

#### 2.4.5.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

# **ANEXO II. CÁLCULO CONFIGURACIÓN INSTALACIONES. ESTUDIO POTENCIAL SOLAR.**

### 3 CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN DE CADENAS POR INVERSOR

Para el cálculo de las series y paralelos utilizadas en los inversores, se parte de las siguientes características de los módulos, facilitadas en la hoja de datos del fabricante.

Las características eléctricas del panel a instalar son, en condiciones estándar de ensayo (STC):

Tabla 2. Características de los módulos

Voc	Isc	Vmpp	Impp	Pot nominal	Pmpp		Coeficiente temperatura Isc	Coeficiente temperatura Voc	Coeficiente temperatura Pmpp
					Tolerancia				
49,9	10,26	42,1	9,74	410	0,0499		0,05	-0,28	-0,36

Con estos datos se realizan los cálculos para determinar las tensiones e intensidades a las distintas temperaturas de funcionamiento.

Tabla 3. Comportamiento del módulo en función de la temperatura

T = -5°C					Pmpp	
Voc	Isc	Vmpp	Impp	Potencia	Max	
54,09	10,11	46,29	9,59	454,28	476,99	

T = 25°C					Pmpp	
Voc	Isc	Vmpp	Impp	Potencia	Max	
49,90	10,26	42,10	9,74	410,00	430,5	

T = 60°C					Pmpp	
Voc	Isc	Vmpp	Impp	Potencia	Max	
45,01	10,44	37,21	9,92	358,34	376,26	

#### 3.1.1 Número máximo de módulos por string.

La tensión máxima del ramal, será para la temperatura mínima del panel, considerando una radiación de tan solo 1000 W/m<sup>2</sup> y que la carga esté en circuito abierto.

Cálculo por temperatura ambiente mínima (caso más desfavorable).

A efectos prácticos se supone una **temperatura ambiente mínima de 2°C en El Coronil**.

Para calcular el número máximo de módulos en serie que pueden alimentar al inversor, deberemos tener en cuenta la máxima tensión de entrada del mismo

$$N^{\circ}_{\text{m\u00e1ximo de m\u00f3dulos en serie}} = V_{\text{m\u00e1x entrada inversor}} / V_{\text{oc m\u00f3dulos}}$$

donde:

$$V_{\text{m\u00e1x entrada inversor}} (0^{\circ}\text{C}) = 1500 \text{ V}$$

$$V_{\text{oc m\u00f3dulos}} (25^{\circ}\text{C}) = 49,90 \text{ V.}$$

La característica de los módulos de  $V_{oc}$  está medida a 25°C, por lo que sabiendo la variación de tensión en función de la temperatura:

Coeficiente de temperatura de  $V_{oc} = -0,28\%/^{\circ}\text{C}$

podemos calcular la  $V_{oc}$  a  $-5^{\circ}\text{C}$ , que es la más desfavorable:

$$V_{oc}(2^{\circ}) = 49,9 - (2 - 25) * \left( \frac{0,28 * 49,9}{100} \right) = 53,11V$$

$$V_{oc}(-10^{\circ}) = 53,11V$$

Finalmente aplicando la fórmula, obtenemos que:

$$N^{\circ} \text{ máximo de módulos en serie} = \frac{1500}{V_{oc}}$$

Para el inversor elegido, **el número máximo de módulos en serie es de 28,24**, y se han elegido 28 por lo que cumplimos.

### 3.1.2 Número de cadenas ("strings") en paralelo

Para calcular el número máximo de string en paralelo, está en función de la intensidad máxima de entrada del inversor y de la intensidad máxima del módulo.

Si consideramos una temperatura más desfavorable de utilización ( $60^{\circ}\text{C}$ )

$$N^{\circ} \text{ cadenas total} = \frac{I_{\text{max DC inversor}}}{I_{\text{sc Tmax}}} = \frac{360}{10.50} = 34,3 \text{ cadenas}$$

Donde:

$N^{\circ}$  cadenas= número de cadenas por inversor

$I_{\text{máx DC inversor}}$ = Intensidad (A) máxima del inversor según datasheet

$I_{\text{sc Tmáx}}$ = Intensidad (A) máxima del módulo a la Temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$

Teniendo en cuenta que se instalarán once inversores de string, se tiene la siguiente configuración:

VARIANTE	Nº de módulos	Modulo	
		Series	Paralelo
Opción 1, inversor A	476	28	17
Opción 2, inversor B	504	28	18

Tendremos 1 inversor con 18 string en paralelo y 4 inversores con 17 string. Y las características eléctricas se resumen en las siguientes tablas:

*Tabla 4. Configuración por string opción 1*

Nº MODULOS EN SERIE	<b>28,00</b>
Nº de STRINGS SELECCIONADO	<b>17,00</b>
Potencia Wp	11.480,00
Imp (A) (25°)	9,74
Vmpp (V) (25°)	1.178,80
Vmpp minima (60°C) (V)	1.041,87
Voc maxima (-10°C) (V)	1.514,56

*Tabla 5. Configuración por string opción 2*

Nº MODULOS EN SERIE	<b>28,00</b>
Nº de STRINGS SELECCIONADO	<b>18,00</b>
Potencia Wp	11.480,00
Imp (A) (25°)	9,74
Vmpp (V) (25°)	1.178,80
Vmpp minima (60°C) (V)	1.041,87
Voc maxima (-10°C) (V)	1.514,56

*Tabla 6. Configuración de la instalación*

Nº INVERSORES	<b>5</b>
Nº de STRINGS	<b>86</b>
Nº MODULOS	<b>2.408</b>
<b>Potencia NOMINAL INSTALACION kWn</b>	<b>875,00</b>
<b>Potencia PICO INSTALACION kWp</b>	<b>987,28</b>

## 4 ESTUDIO POTENCIAL SOLAR

### 4.1 RADIACIÓN SOLAR

El dimensionamiento del sistema se fundamenta en el conocimiento de la radiación media diaria mensual sobre la superficie inclinada y orientada hacia el Sur con ángulo acimutal cero. Este valor se denomina  $G_{dm}(\alpha, \beta)$  y se puede calcular a partir de la media diaria mensual recibida sobre la horizontal  $G_{dm}(0)$  aplicando un factor de conversión **R** que debe calcularse para cada lugar.

Los métodos que se han seguido para pasar de los valores  $G_{dm}(0)$  a los  $G_{dm}(\alpha, \beta)$  son los de "Liu y Jordan" y de "Klein, Duffie y Beckman".

Liu y Jordan han indicado que, a largo plazo, el clima de una localidad determinada se puede definir con suficiente fiabilidad por:

$$K_T = \frac{G_{dm}(0)}{G_{ext}(0)}$$

donde:

$G_{dm}(0)$ : Radiación total media diaria mensual sobre la horizontal

$G_{ext}(0)$ : Radiación total media diaria mensual extraterrestre sobre una superficie horizontal calculada por métodos geométricos para el día 16 de cada mes.

De esta forma,  $K_T$  es, en algún modo, un "índice de nubosidad" mensual, de forma que cuando tiene un valor alto indica tiempo soleado y por el contrario, cuando es bajo, es señal de nubosidad. El valor de  $K_T$  oscila generalmente entre 0,3 y 0,75 y al igual que  $G_{dm}(0)$  puede encontrarse tabulado en algunos países para distintas localidades y meses del año. El valor de  $G_{dm}(0)$  varía para las distintas épocas del año debido no sólo a la nubosidad cambiante sino a la inclinación del eje de rotación de la Tierra respecto de la elíptica.

Las fórmulas que se han utilizado en los cálculos han sido:

$$\delta = 23,45 \cdot \text{sen} \left( 360 \cdot \frac{284 + n}{365} \right)$$

$$R = \left( 1 - \frac{D}{G_{dm}(0)} \right) \cdot R_D + \frac{D}{G_{dm}(0)} \cdot \left( \frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + \rho \cdot \left( \frac{1 - \cos \beta}{2} \right)$$

$$\frac{D}{G_{dm}(0)} = 1,3903 - 4,0273 \cdot K_T + 5,541 \cdot K_T^2 - 3,108 \cdot K_T^3 \dots\dots$$

$$R_D = \frac{\cos(\Phi - \beta) \cdot \cos(\delta) \cdot \text{sen}(W'_s) \cdot W''_s \cdot \text{sen}(\Phi - \beta) \cdot \text{sen}(\delta)}{\cos(\Phi) \cdot \cos(\delta) \cdot \text{sen}(W_s) + W_s^* \cdot \text{sen}(\Phi) \cdot \text{sen}(\delta)}$$

$$G_{ext}(0) = \frac{24}{\pi} \cdot G_{SC} \cdot \left[ 1 + 0,033 \cdot \cos\left(\frac{360 \cdot n}{365}\right) \right] \cdot \left[ \cos(\Phi) \cdot \cos(\delta) \cdot \text{sen}(W_s) + W_s \cdot \frac{2\pi}{360} \cdot \text{sen}(\Phi) \cdot \text{sen}(\delta) \right]$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = R \cdot G_{dm}(0)$$

$$W_s = \arccos(-\tan(\delta) \cdot \tan(\Phi))$$

$$W = \arccos(-\tan(\delta) \cdot \tan(\Phi - \beta))$$

donde:

$K_T$ : Índice de nubosidad mensual

$G_{dm}(0)$ : Radiación media diaria mensual sobre superficie horizontal

$G_{ext}(0)$ : Radiación media diaria mensual extraterrestre sobre superficie horizontal

$G_{dm}(\alpha, \beta)$ : Radiación media diaria mensual sobre plano inclinado y orientado al sur

$\delta$ : Declinación solar

n: Número de orden del día tomando n =1 para el 1 de enero

$\beta$ : Inclinación de los paneles

$\rho$ : Reflectancia del suelo

$\Phi$ : Latitud

W: Ángulo Solar Horario

$W_s$ : Angulo de la Puesta de Sol en grados

$W'_s$ : Valor mínimo entre  $W_s$  y W

$W''_s$ : Valor de  $W'_s$  expresado en radianes

D: Radiación Difusa diaria mensual sobre superficie horizontal

$W^*_s$ : Valor del Ángulo de la Puesta de Sol expresado en radianes

$G_{SC}$ : Constante solar de valor 1353 W/m<sup>2</sup>

Por tanto, los resultados obtenidos aplicando las fórmulas correspondientes han sido los que siguen.

### Radiación media diaria mensual sobre superficie horizontal, $G_{dm}(0)$

Los datos mensuales son los obtenidos para la base de datos de Meteonorm para las coordenadas facilitadas, son los siguientes.

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>
<b>Enero</b>	89.3	25.19
<b>Febrero</b>	95.6	35.73
<b>Marzo</b>	154.0	48.95
<b>Abril</b>	176.0	61.15
<b>Mayo</b>	224.1	67.35
<b>Junio</b>	239.5	61.87
<b>Julio</b>	253.3	48.99
<b>Agosto</b>	219.7	55.52
<b>Septiembre</b>	165.6	50.59
<b>Octubre</b>	130.4	41.86
<b>Noviembre</b>	93.6	27.36
<b>Diciembre</b>	76.6	27.29
<b>Año</b>	<b>1917.6</b>	<b>551.85</b>

## 4.2 PRODUCCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Para calcular la producción media se parte de la media de irradiación solar recibida en un m<sup>2</sup> de superficie con una orientación  $\alpha$  y una inclinación  $\beta$  iguales a las del campo fotovoltaico.

Para conocer la cantidad de energía captada por una superficie inclinada en un mes dado, se toma de las tablas de irradiación (Servicio Meteorológico Nacional) el dato referente a ese mes y se multiplica por el factor de conversión "R" correspondiente a ese mes para la orientación e inclinación escogida.

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = R \cdot G_{dm}(0)$$

Puesto que la producción de un módulo fotovoltaico es directamente proporcional a la radiación, bastaría multiplicar la  $G_{dm}(\alpha, \beta)$  expresada en kWh/(m<sup>2</sup>.día) por los kilovatios pico (kWp) nominales del campo fotovoltaico para obtener la producción teórica del mismo en un día.

Como en cualquier sistema existen pérdidas, para obtener la producción real habría que multiplicar la producción teórica por el rendimiento energético del sistema o "**performance ratio**" PR, estas pérdidas las componen.

### 4.3 RENDIMIENTO ENERGÉTICO DEL SISTEMA (PR)

Rendimiento del Campo Solar Fotovoltaico

Ateniéndonos al propio campo solar, el rendimiento estará condicionado al menos por las siguientes posibles fuentes de pérdidas:

#### 4.3.1 Pérdidas por el punto de trabajo

La potencia pico de un módulo expresada en Wp, viene dada para el punto donde el producto del voltaje por la intensidad es máximo. Esta condición sólo se cumple si existe un dispositivo que controle las condiciones de trabajo del módulo y lo sitúe siempre en el punto de máxima potencia (pmp).

En el caso que nos ocupa, los convertidores de conexión a red incorporan este dispositivo. Por tanto, en esta instalación las pérdidas por este concepto se limitan a la precisión que tenga el dispositivo de búsqueda del punto de máxima potencia.

$$\eta_{pt} = 0,98$$

#### 4.3.2 Pérdidas por temperatura

Las características técnicas de un módulo solar se facilitan para unas condiciones estándares de medida:

<b>Radiación</b>	<b>1.000 W/m<sup>2</sup></b>
<b>Distribución espectral</b>	<b>1,5 AM</b>
<b>Temperatura de la célula</b>	<b>25°C</b>

La producción es proporcional a la intensidad de radiación, la distribución espectral tiene una influencia significativa en la potencia suministrada y por último la temperatura influye en el voltaje de circuito abierto del módulo de forma negativa. Para una sola célula la proporción es de:

$$\frac{dV_{co}}{dT_c} = -160mV / ^\circ C$$

Es decir, por cada °C de aumento de temperatura, el voltaje de circuito abierto disminuye 0,16 V en cada célula.

Determinación de la temperatura de trabajo de un módulo. Conociendo la disminución de potencia por °C de aumento, nos queda determinar la temperatura de trabajo del módulo fotovoltaico. El dato facilitado por el fabricante es el TONC (Temperatura de Operación de la Célula) que se define como la temperatura que alcanza el módulo solar cuando se le somete a las siguientes condiciones:

<b>Radiación</b>	<b>800 W/m<sup>2</sup></b>
<b>Temperatura de célula</b>	<b>20°C</b>

**Velocidad del viento**
**1m/s**

La temperatura en una célula depende exclusivamente de la temperatura ambiente y de la intensidad de radiación solar.

$$T_c - T_{amb} = C \cdot G_{dm}(\alpha, \beta)$$

Donde "C" es una constante con el siguiente valor

$$C = \frac{TONC(^{\circ}C) - 20}{800W / m^2}$$

El valor de TONC es de 47°C, por tanto:

$$C = 0,034^{\circ}C / (W / m^2)$$

#### 4.3.3 Pérdidas por suciedad

Las pérdidas por acumulación de polvo en los módulos pueden oscilar entre el 0% después de llover y el 8% cuando los módulos están muy sucios. Como valor medio se toma un rendimiento de:

$$\eta_{pol} = 0,95$$

#### 4.3.4 Pérdidas por reflectancia angular

Las pérdidas por reflectancia angular y espectral pueden despreciarse cuando se mide el campo fotovoltaico al mediodía solar (+/- 2 h) y también cuando se mide la radiación solar con una célula calibrada de tecnología equivalente (CTE) al módulo fotovoltaico. Las pérdidas anuales son mayores en células con capas antirreflexivas que en células texturizadas. Son mayores en invierno que en verano. También son mayores en localidades de mayor latitud. Pueden oscilar a lo largo de un día entre 0 y 6 %.

## 4.4 Rendimientos en el Resto del Sistema

### 4.4.1 Rendimiento del convertidor.

El rendimiento de un convertidor CC/CA puede variar mucho en función de su calidad, forma de onda, régimen de trabajo, etc. En nuestro caso particular el rendimiento dado por el fabricante es:

$$\eta_{\text{inv}} = 0,9903$$

### 4.4.2 Pérdidas por cableado

Las pérdidas máximas en el cableado suelen ser de un 1,5% en la parte AC y un 1,5% en las líneas DC (total 3). Las pérdidas medias serán proporcionales al régimen medio de trabajo del sistema que se puede calcular partiendo de la irradiancia media  $G_{\text{med}}$  para la zona.

### 4.4.3 Otras pérdidas

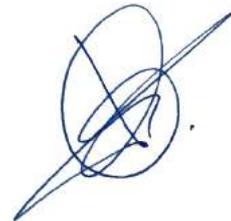
En este apartado se tiene en cuenta la disponibilidad del sistema, que va a depender de la calidad de la tensión y la frecuencia de la red, posibles cortes de suministro, etc. Como valor medio se puede considerar:

$$\eta_{\text{otros}} = 0,98$$

En el anexo IV, se adjunta el informe de simulación de PVSYST.

Albacete, noviembre de 2020

El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Ginés Martínez Pérez

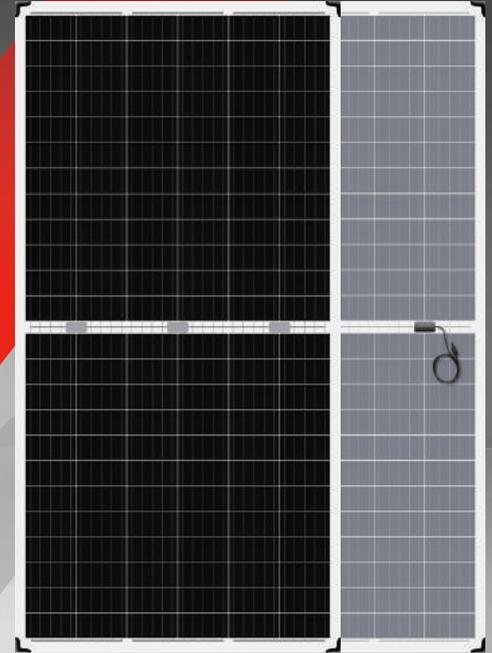
Nº colegiado:1280, COGITI Albacete

# **ANEXO III. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA MÓDULOS**

# SII SERIES

Multiple upgrades were forged into one

## 395-410w



### ● SII SERIES

Seraphim redefined the high-efficiency module series by integrating 158.75mm silicon wafers with multi-busbar and half-cut cell technologies. Seraphim panel combined creative technology effectively and extremely improved the module efficiency and power output.

### ● KEY FEATURES

-  Less mismatch to get more power
-  Less power loss by minimizing the shading impact
-  Competitive low light performance
-  3 times EL test to ensure best quality
-  Ideal choice for utility and commercial scale projects by reduced BOS and improve ROI.
-  Outstanding reliability proven by PVEL for stringent environment condition :
  - sand, acid, and alkali, hail stones,
  - 2400Pa mechanical load.
  - PID

### ● QUALITY SYSTEM

ISO19001 / ISO14001 / OHSAS18001

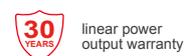
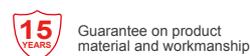
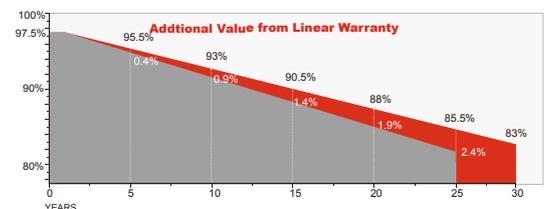
### ● PRODUCT CERTIFICATION



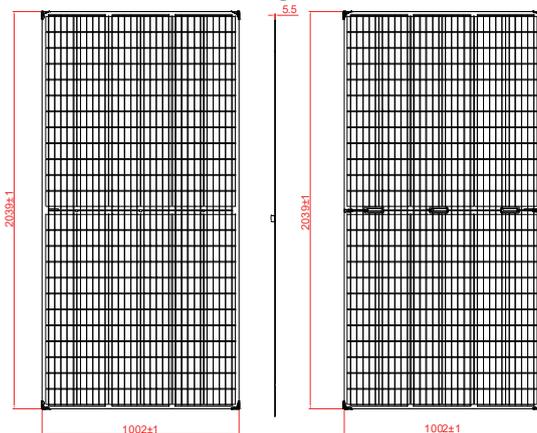
### ● INSURANCE



### ● WARRANTY



### Technical drawing



\* All Dimensions in mm  
\* The above drawing is a graphical representation of the product.  
For engineering quality drawings please contact SERAPHIM.

### Mechanical Specifications

External Dimension	2039 x 1002 x 5.5mm
Weight	24kg
Solar Cells	PERC Mono crystalline 158.75 x 79.375 mm (144pcs)
Front Glass	2.0mm AR coating semi-tempered glass, low iron
Back Glass	2.0mm semi-tempered glass, low iron
Junction Box	IP68, 3 diodes
Output Cables	4.0 mm <sup>2</sup> , Portrait:255mm(+)/355mm(-);Landscape:1200mm
Connector	MC4 Compatible

### Packing Configuration

Container	40'HQ
Pieces per Pallet	34
Pallets per Container	22
Pieces per Container	748

### Electrical Characteristics

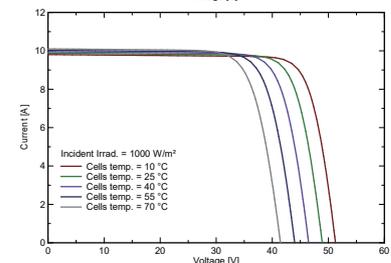
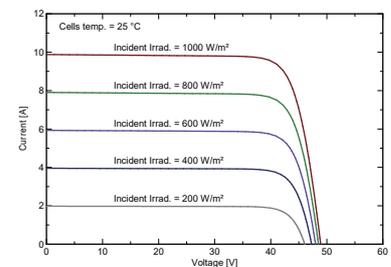
Module Type	SRP-395-BMA-BG		SRP-400-BMA-BG		SRP-405-BMA-BG		SRP-410-BMA-BG	
	Front	Back	Front	Back	Front	Back	Front	Back
STC								
Maximum Power -P <sub>mp</sub> (W)	395	296	400	300	405	304	410	308
Open Circuit Voltage -V <sub>oc</sub> (V)	49.3	48.9	49.5	49.1	49.7	49.3	49.9	49.5
Short Circuit Current -I <sub>sc</sub> (A)	10.04	7.49	10.12	7.55	10.19	7.61	10.26	7.67
Maximum Power Voltage -V <sub>mp</sub> (V)	41.5	41.6	41.7	41.8	41.9	42.0	42.1	42.2
Maximum Power Current -I <sub>mp</sub> (A)	9.52	7.12	9.60	7.18	9.67	7.24	9.74	7.3
Module Efficiency STC-η <sub>m</sub> (%)	19.33		19.58		19.82		20.07	
Power Tolerance (W)	(0, +4.99)							
Pmax Temperature Coefficient	-0.36 %/°C							
Voc Temperature Coefficient	-0.28 %/°C							
Isc Temperature Coefficient	+0.05 %/°C							

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup> module temperature 25°C AM=1.5

### Rear Side Power Gain(SRP-400-BMA-BG)

Power Gain	10%	15%	20%	25%	30%
Maximum Power -P <sub>mp</sub> (W)	440	460	480	500	520
Open Circuit Voltage -V <sub>oc</sub> (V)	49.5	49.5	49.5	49.5	49.5
Short Circuit Current -I <sub>sc</sub> (A)	11.14	11.65	12.15	12.65	13.15
Maximum Power Voltage -V <sub>mp</sub> (V)	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7
Maximum Power Current -I <sub>mp</sub> (A)	10.56	11.04	11.52	11.99	12.47

### I-V Curve



### Application Conditions

Maximum System Voltage	1500VDC
Maximum Series Fuse Rating	20A
Operating Temperature	-40~+85 °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Bifaciality	70%±5%
Mechanical Load	Front side 2400Pa/ Back side 2400Pa

Specifications are subject to change without further notification SRP-DS-EN-2020T0708 © Copyright 2020 Seraphim



JIANGSU SERAPHIM SOLAR SYSTEM CO., LTD

Add: No.1-2, HengyaoRd, HenglinTown, Wujin District, 213000, Changzhou, China  
Tel: +86-519-69699879 Fax: +86-519-88786181 Email: info@seraphim-energy.com

# **ANEXO IV. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA INVERSORES**

# SUN2000-185KTL-H1 Smart String Inverter



9  
MPP Trackers

99.0%  
Max. Efficiency

String-level  
Management

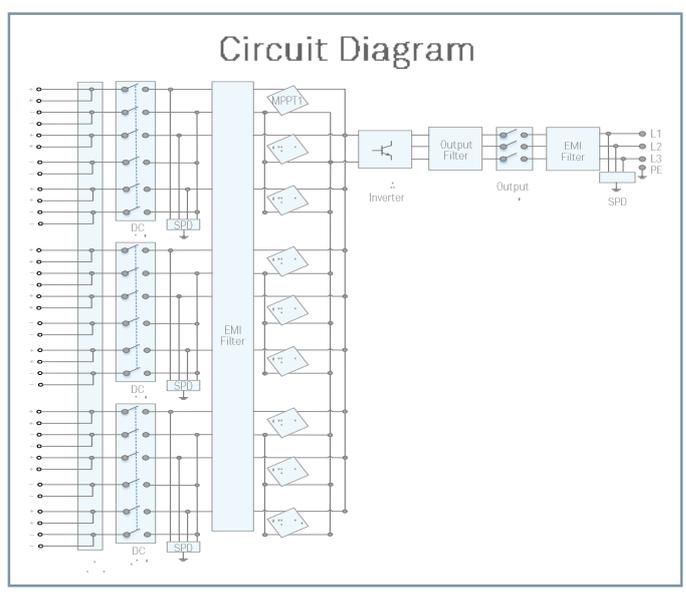
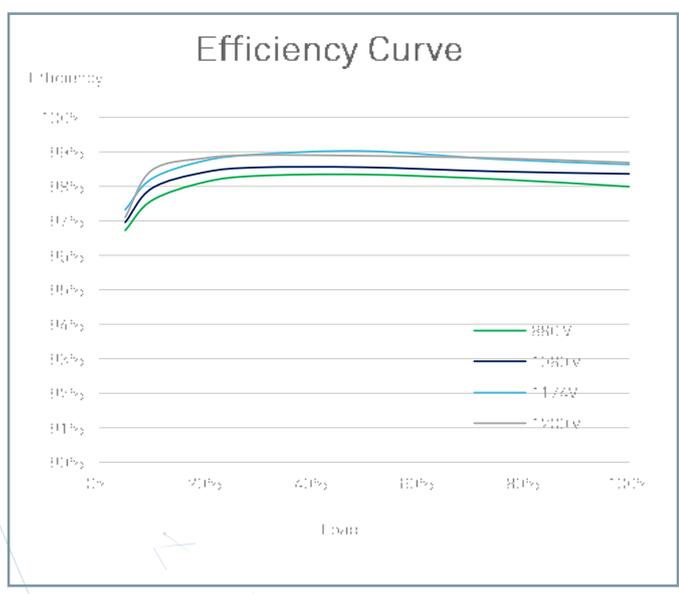
Smart I-V Curve  
Diagnosis Supported

MBUS  
Supported

Fuse Free  
Design

Surge Arresters  
for DC & AC

IP66  
Protection



# Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	98.69%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 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	185,000 W @25°C, 175,000 W @40°C
Max. AC Apparent Power	185,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	185,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	134.9A @25°C, 126.3 A @40°C
Max. Output Current	134.9 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
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, Bluetooth/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)	84 kg (185.2 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
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62920, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Code	IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006

# **ANEXO V. INFORME SIMULACIÓN PVSYST**

## Sistema conectado a la red: Parámetros de simulación

**Proyecto :** BALLESTE

**Sitio geográfico** Montellano País España

**Situación** Latitud 37.03° N Longitud -5.61° W  
 Tiempo definido como Hora Legal Zona horaria UT+1 Altitud 116 m  
 Albedo 0.20

**Datos meteo:** Montellano Meteonorm 7.2 (1993-2009), Sat=100% - Sintético

**Variante de simulación :** Meteonorm simulation

Fecha de simulación 30/10/20 07h45

**Parámetros de simulación** Tipo de sistema **Cobertizos ilimitados**

**Orientación plano de colector** Inclinación 30° Azimut 0°

**Configuración de cobertizos** Núm. de cobertizos 5 Cobertizos ilimitados  
 Espaciamiento cobertizos 7.19 m Ancho de colector 3.55 m

Banda inactiva Parte superior 0.02 m Fondo 0.02 m

Ángulo límite de sombreado Ángulo límite de perfil 23.7°  
 Proporción de cobertura del suelo (GCR) 49.3%

**Modelos usados** Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm  
 Circunsolar separado

**Horizonte** Horizonte libre

**Sombreados cercanos** Sombreados mutuos de cobertizos

**Sistema bifacial** Modelo , cobertizos ilimitados Cálculo 2D  
 Espaciamiento cobertizos 7.19 m Ancho cobertizos 3.59 m  
 Ángulo límite de perfil 23.7° GCR 49.9 %  
 Promedio de albedo de tierra 0.24 Altura sobre el suelo 1.50 m  
 Factor de bifacialidad del módulo 70 % Factor de sombreado trasero 0.0 %  
 Transparencia del módulo 3.8 % Factor de desajuste trasero 3.1 %

Valores mensuales de albedo de tierra

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
0.21	0.22	0.24	0.24	0.24	0.27	0.28	0.27	0.27	0.24	0.20	0.20	0.24

**Necesidades del usuario :** Carga ilimitada (red)**Características del conjunto FV**

**Módulo FV** Si-mono Modelo **SRP-410-BMA-BG-158.75**  
 Definición de parámetros personalizados Fabricante Seraphim

Número de módulos FV En series 28 módulos En paralelo 86 cadenas

Número total de módulos FV núm. de módulos 2408 Unidad Nom. Potencia 410 Wp

Potencia global del conjunto Nominal (STC) **987 kWp** En cond. de funcionam. 898 kWp (50°C)

Caract. funcionamiento del conjunto (50°C) U mpp 1063 V I mpp 845 A

Área total Área del módulo **4920 m<sup>2</sup>**

**Inversor** Modelo **SUN2000-185KTL-H1@40C**  
 Definición de parámetros personalizados Fabricante Huawei Technologies

Características Unidad Nom. Potencia **175 kWca** Voltaje de funcion. 500-1500 V  
 Potencia máx. (=>30°C) 185 kWca

Paquete de inversores Potencia total **875 kWca** Proporción Pnom 1.13  
 Núm. de inversores 5 unidades

**Total** Potencia total **875 kWca** Proporción Pnom 1.13

## Sistema conectado a la red: Parámetros de simulación

### Factores de pérdida del conjunto FV

Pérdidas de suciedad del conjunto			Fracción de pérdida	3.5 %
Factor de pérdida térmica	Uc (const)	29.0 W/m <sup>2</sup> K	Uv (viento)	0.0 W/m <sup>2</sup> K / m/s
Pérdida óhmica en el cableado	Res. conjunto global	21 mΩ	Fracción de pérdida	1.5 % en STC
Pérdida diodos serie	Caída de voltaje	0.7 V	Fracción de pérdida	0.1 % en STC
LID - Degradación Inducida por Luz			Fracción de pérdida	1.5 %
Pérdida de calidad módulo			Fracción de pérdida	-0.5 %
Pérdidas de desajuste de módulo			Fracción de pérdida	0.7 % en MPP
Pérdidas de desajuste de cadenas			Fracción de pérdida	0.10 %
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario				

0°	10°	60°	65°	70°	75°	80°	85°
1,000	1,000	1,000	0,992	0,946	0,871	0,732	0,484

### Factores de pérdida del sistema

Inversor de pérdida de cable CA a transfo	Voltaje inversor	800 Vca tri		
	Cables: 3 x 500 mm <sup>2</sup>	165 m	Fracción de pérdida	0.9 % en STC
<b>Transfo MV</b>	Voltaje de Red	20 kV		
Transfo de MV				
Pérdidas operativas en STC	Pérdida de hierro (Conexión 24/24)	0.97 kW	Fracción de pérdida	0.1 % en STC
	Pérdida de cobre (resistiva)	3 x 7.89 mΩ	Fracción de pérdida	1.2 % en STC
Línea MV hasta inyección	Voltaje MV	20 kV		
	Cables: 3 x 95 mm <sup>2</sup>	31100 m	Fracción de pérdida	1.50 % en STC
Indisponibilidad del sistema	7.3 días, 3 periodos		Frac. de tiempo	2.0 %
<b>Pérdidas auxiliares</b>	Proporcional a la potencia	7.0 W/kW.. del umbral de potencia		0.0 kW
	Consumo de auxiliares nocturnos	54 W		

## Sistema conectado a la red: Resultados principales

**Proyecto :** BALLESTE

**Variante de simulación :** Meteonorm simulation

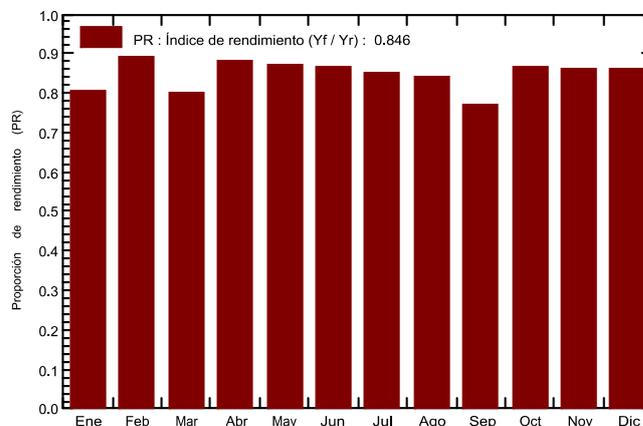
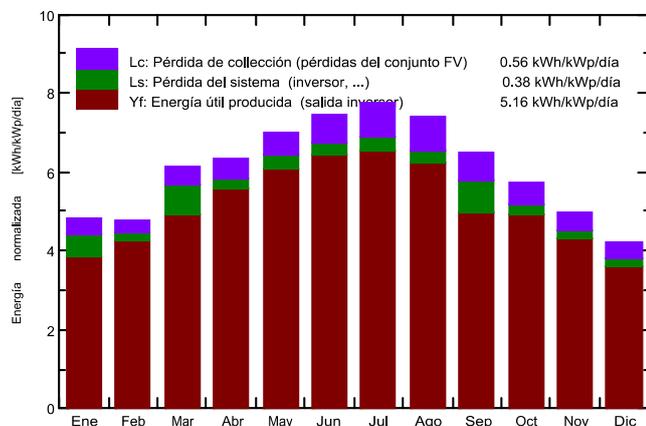
Principales parámetros del sistema		Tipo de sistema	Cobertizos ilimitados	
Orientación campo FV	Disposición de cobertizos, inclinación	30°	azimut	0°
Módulos FV	Modelo	SRP-410-BMA-BG-158.75	Pnom	410 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	2408	Pnom total	<b>987 kWp</b>
Inversor	Modelo	SUN2000-185KTL-H1@40C	Pnom	175 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total	<b>875 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

### Resultados principales de simulación

Producción del sistema **Energía producida 1858 MWh/año** Prod. específica 1882 kWh/kWp/año  
 Proporción de rendimiento (PR) 84.64 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 987 kWp

Proporción de rendimiento (PR)



### Meteonorm simulation Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
<b>Enero</b>	89.3	25.19	9.73	149.2	139.7	134.8	118.8	0.807
<b>Febrero</b>	95.6	35.73	11.55	134.2	127.1	123.7	118.0	0.890
<b>Marzo</b>	154.0	48.95	14.36	189.9	179.5	173.3	150.5	0.803
<b>Abril</b>	176.0	61.15	15.76	190.3	179.2	173.5	165.1	0.879
<b>Mayo</b>	224.1	67.35	19.76	217.3	204.3	196.3	187.0	0.872
<b>Junio</b>	239.5	61.87	24.45	223.1	210.2	200.1	190.4	0.864
<b>Julio</b>	253.3	48.99	27.34	239.7	226.1	211.4	201.0	0.849
<b>Agosto</b>	219.7	55.52	27.34	228.9	216.4	200.2	190.4	0.842
<b>Septiembre</b>	165.6	50.59	23.74	194.3	183.6	171.7	147.5	0.769
<b>Octubre</b>	130.4	41.86	20.07	177.1	167.8	158.5	151.1	0.864
<b>Noviembre</b>	93.6	27.36	13.93	149.9	140.8	134.0	127.8	0.863
<b>Diciembre</b>	76.6	27.29	11.22	130.3	120.5	116.2	111.0	0.863
<b>Año</b>	1917.6	551.85	18.31	2224.0	2095.2	1993.7	1858.4	0.846

Leyendas: GlobHor	Irradiación horizontal global	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
T_Amb	T amb.	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Proporción de rendimiento

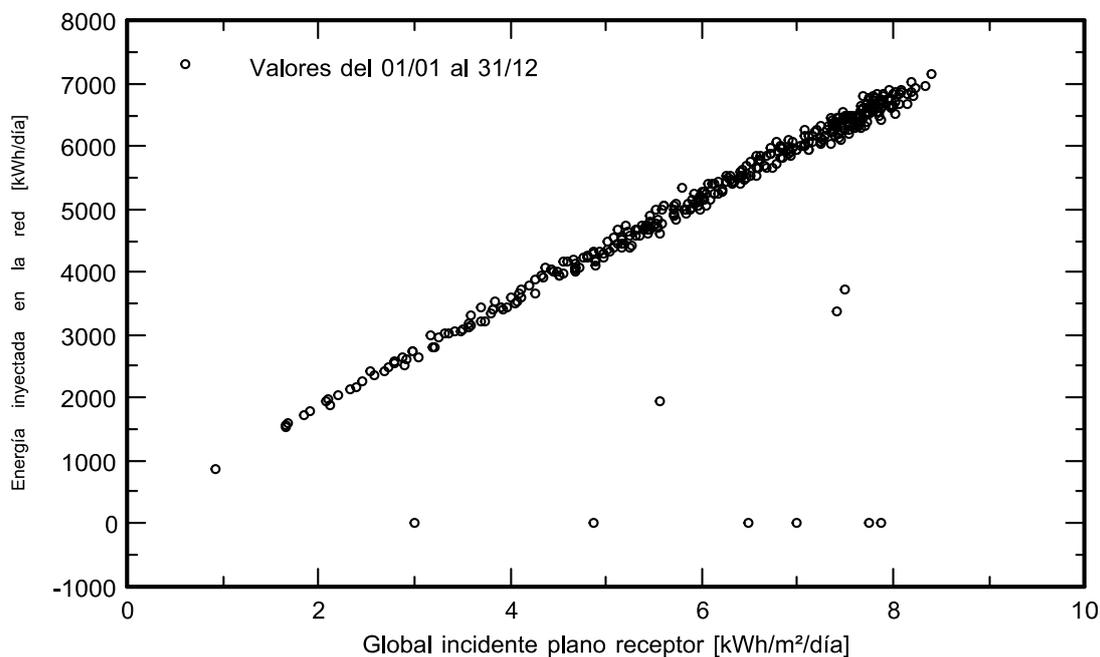
## Sistema conectado a la red: Gráficos especiales

**Proyecto :** BALLESTE

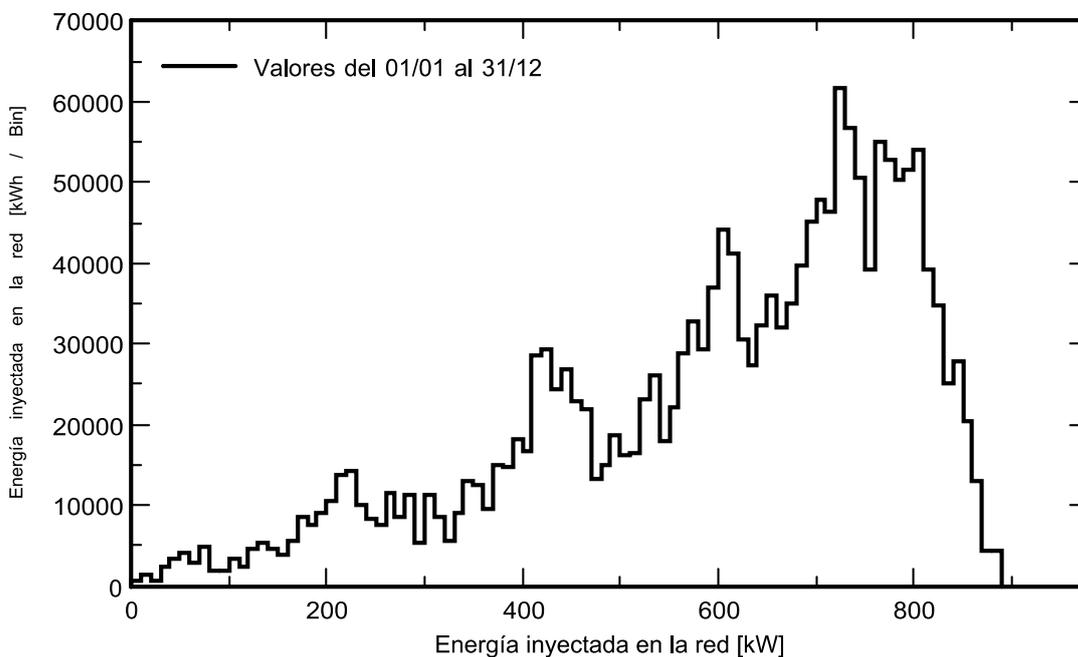
**Variante de simulación :** Meteonorm simulation

<b>Principales parámetros del sistema</b>	Tipo de sistema	<b>Cobertizos ilimitados</b>	
Orientación campo FV	Disposición de cobertizos, inclinación	30°	azimut 0°
Módulos FV	Modelo	SRP-410-BMA-BG-158.75	Pnom 410 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	2408	Pnom total <b>987 kWp</b>
Inversor	Modelo	SUN2000-185KTL-H1@40C	Pnom 175 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total <b>875 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

### Diagrama entrada/salida diaria



### Distribución de la potencia de salida del sistema



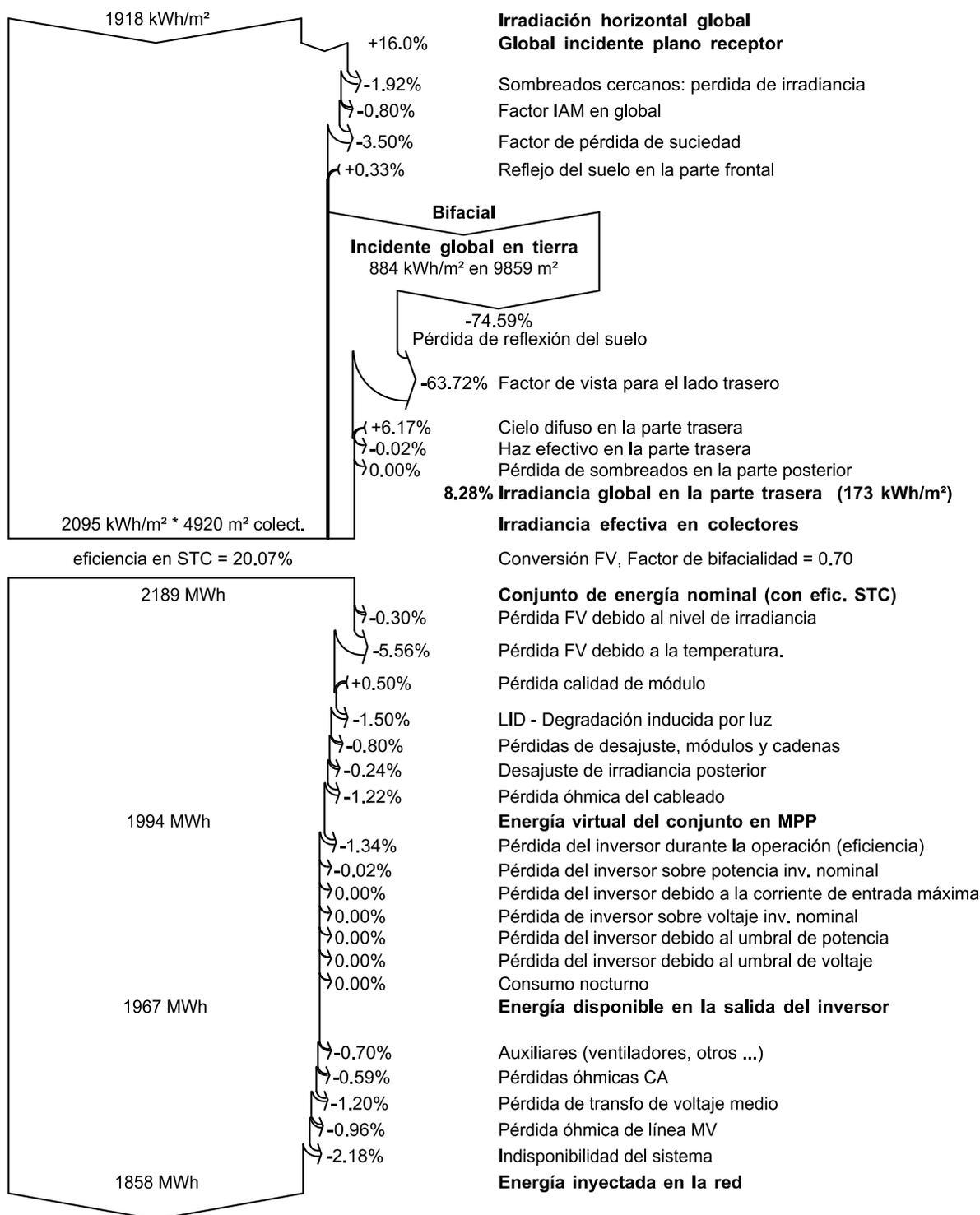
## Sistema conectado a la red: Diagrama de pérdida

**Proyecto :** BALLESTE

**Variante de simulación :** Meteonorm simulation

Principales parámetros del sistema	Tipo de sistema	Cobertizos ilimitados		
Orientación campo FV	Disposición de cobertizos, inclinación	30°	azimut	0°
Módulos FV	Modelo	SRP-410-BMA-BG-158.75	Pnom	410 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	2408	Pnom total	<b>987 kWp</b>
Inversor	Modelo	SUN2000-185KTL-H1@40C	Pnom	175 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	5.0	Pnom total	<b>875 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

### Diagrama de pérdida durante todo el año





# **DOCUMENTO Nº3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**ÍNDICE**

<b>1. MEMORIA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRAS.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.1. Objeto.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.2. Contenido del ESS.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. DATOS GENERALES .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.1. Agentes.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. MEDIOS DE AUXILIO.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.1. Medios de auxilio en obra .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.3. Itinerario más adecuado a seguir durante la posible evacuación de heridos .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES .....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.1. Vestuarios.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.2. Aseos.....</b>	<b>11</b>
<b>1.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR.....</b>	<b>11</b>
<b>1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra.....</b>	<b>12</b>
<b>1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra .....</b>	<b>14</b>
<b>1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares .....</b>	<b>16</b>
<b>1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas .....</b>	<b>17</b>
<b>1.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES .....</b>	<b>20</b>
<b>1.6.1. Caídas al mismo nivel .....</b>	<b>20</b>
<b>1.6.2. Caídas a distinto nivel .....</b>	<b>20</b>

<b>1.6.3. Polvo y partículas.....</b>	<b>20</b>
<b>1.6.4. Ruido.....</b>	<b>21</b>
<b>1.6.5. Esfuerzos.....</b>	<b>21</b>
<b>1.6.6. Incendios.....</b>	<b>21</b>
<b>1.6.7. Intoxicación por emanaciones.....</b>	<b>21</b>
<b>1.7. RELACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE.....</b>	<b>22</b>
<b>1.7.1. Caída de objetos.....</b>	<b>22</b>
<b>1.7.2. Dermatitis.....</b>	<b>22</b>
<b>1.7.3. Electrocuciiones.....</b>	<b>22</b>
<b>1.7.4. Quemaduras.....</b>	<b>23</b>
<b>1.7.5. Golpes y cortes en extremidades.....</b>	<b>23</b>
<b>1.8. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.....</b>	<b>23</b>
<b>1.8.1. Trabajos en instalaciones.....</b>	<b>23</b>
<b>1.8.2. Trabajos con pinturas y barnices.....</b>	<b>23</b>
<b>1.9. TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES.....</b>	<b>23</b>
<b>1.10. MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA.....</b>	<b>24</b>
<b>1.11. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA.....</b>	<b>24</b>
<b>2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.....</b>	<b>25</b>
<b>3. PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1. Disposiciones generales: Objeto del Pliego de condiciones.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.2. Disposiciones facultativas.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.3. Formación en Seguridad.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.4. Reconocimientos médicos.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.5. Salud e higiene en el trabajo.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.6. Documentación de obra.....</b>	<b>30</b>

<b>3.1.7. Disposiciones económicas .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1. Medios de protección colectiva .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.2. Medios de protección individual .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort.....</b>	<b>33</b>
<b>4. PRESUPUESTO.....</b>	<b>34</b>
<b>5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>35</b>

## **1. MEMORIA**

### **1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRAS**

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

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

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

#### **PETICIONARIO**

- Nombre del Titular: **PRONONKO DISTRICT S.L.**
- CIF: **B-90417304**
- Domicilio: **Calle Aviación, 31, 1º MOD 15, 41007, Sevilla**

#### **AUTOR DEL PROYECTO**

El siguiente proyecto es redactado por D. Ginés Martínez Pérez, Ingeniero Técnico Industrial, con número de colegiado 1280, del colegio oficial de graduados e ingenieros técnicos de Albacete.

- La empresa redactora del proyecto es **UNIVERGY INTERNATIONAL, S.L.**
- Teléfono de contacto: +34 967 25 70 33
- Dirección: Av. De la Guardia Civil, Nº 48, 02005 Albacete
- web: [www.univergy.com](http://www.univergy.com)

#### **PRESUPUESTO DE LA OBRA:**

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a 597.993,85 €

#### **DURACIÓN OBRAS:**

La puesta en marcha de las instalaciones recogidas, en este proyecto, se estima en 1 mese, una vez se tengan todas las autorizaciones necesarias.

Como se observa se trata de una obra en la cual el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es superior a 450.759,08 €, supuesto previsto en el apartado 1 del art. 4 del RD 1627/1997, por lo que se redacta el presente ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

### **1.1.1. Objeto**

En el presente Estudio de Seguridad y Salud 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 el Real Decreto 1627/97, 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 por insuficiencia 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

### **1.1.2. Contenido del ESS**

De acuerdo con el Real Decreto 1627/97, 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 el 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 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.

## **1.2. DATOS GENERALES**

### **1.2.1. Agentes**

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

PROMOTOR: PRONONKO DISTRICT S.L.

AUTOR DEL PROYECTO: D. Ginés Martínez Pérez

CONSTRUCTOR - JEFE DE OBRA: A determinar por el promotor

COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD: A determinar por el promotor

## **1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución**

De la información disponible en la fase de proyecto, 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: Instalación solar fotovoltaica "Balleste" de 987,28 kWp, conectada a red, en suelo.

Presupuesto ejecución material: 464.055,73€

Plazo de ejecución: 1 mes

Núm. máx. Operarios: 30

## **1.2.3. 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.

Ubicación: La instalación se ubicará en el polígono 11 parcela 1, del municipio de El Coronil, provincia de Sevilla.

Accesos a la obra: Se tienen accesos adecuados y en buen estado, no dificultándose el tránsito de personas y/o vehículos.

Topografía del terreno: Plana, sin pendientes de importancia.

Edificaciones colindantes: Actualmente no se encuentra ninguna edificación cercana al proyecto objeto de estudio.

Servidumbres y condicionantes: actualmente la parcela es atravesada por una línea de AT y rodeada de caminos, condicionantes que se han tenido en cuenta, dejando las distancias oportunas a nuestra instalación.

Condiciones climáticas y ambientales: Condiciones exteriores propias de la zona en la cual se encuentra la construcción según temporada.

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalizará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas, para evitar posibles accidentes.

## **1.3. 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.

### **1.3.1. Medios de auxilio en obra**

En la obra se dispondrán de dos armarios botiquín portátiles modelos B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipados.

Sus contenidos se limitarán, como mínimo, a:

- 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.

### **1.3.2. 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. (KM)</b>
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia primaria (Urgencias)	Hospital de Alta Resolución de Utrera Avda. Brigadas Internacionales, 0, 41710 Utrera Telf. 955 93 90 01	25,8 km
Urgencias	Centro Salud de Montellano Calle Alfonso Orti, s/n, 41770, Montellano Telf. -	6,8 km

La distancia al centro asistencial más próximo se estima en 10 minutos, en condiciones normales de tráfico.

### 1.3.3. Itinerario más adecuado a seguir durante la posible evacuación de heridos



Ilustración 1.- Itinerario más adecuado durante la posible evacuación de heridos al Centro de Salud de Montellano.

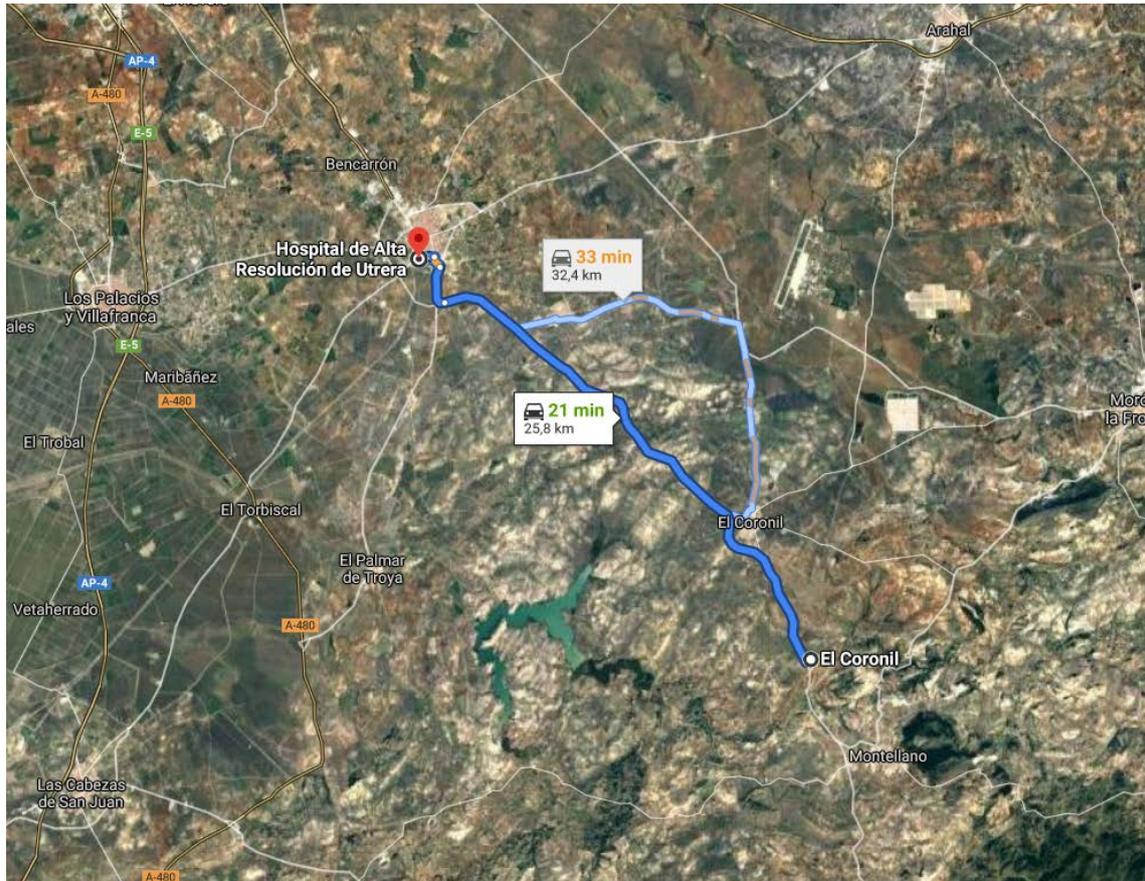


Ilustración 2.- Itinerario más adecuado durante la posible evacuación de heridos al Hospital de Alta Resolución de Utrera.

## **1.4. 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 el apartado 15 del Anexo IV (Parte A) del R.D. 1627/97.

Dadas las características y el volumen de la obra, se ha previsto la colocación de instalaciones provisionales tipo caseta prefabricada para el vestuario y los aseos.

### **1.4.1. Vestuarios**

Los vestuarios dispondrán bancos y asientos, además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

### **1.4.2. Aseos**

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción 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 seca manos 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

## **1.5. 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
- Electrocuaciones por contacto directo o indirecto
- 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, en cumplimiento de los supuestos regulados por el Real Decreto 604/06 que exigen su presencia.
- 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) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra

- Casco de seguridad homologado
- 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
- Ropa de trabajo impermeable
- Faja antilumbago
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos

### **1.5.1. 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.

#### **1.5.1.1. Instalación eléctrica provisional**

Riesgos más frecuentes

- Electrocutaciones 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)

- Calzado aislante para electricistas
- Guantes dieléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes
- Ropa de trabajo impermeable
- Ropa de trabajo reflectante

### **1.5.1.2. 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)
- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero
- Ropa de trabajo reflectante

## **1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra**

### **1.5.2.1. 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 antirruido
- Cinturón antivibratorio para el operador de la máquina

### **1.5.2.2. Cimentación**

Riesgos más frecuentes

- Inundaciones o filtraciones de agua
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera
- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

### **1.5.2.3. Estructura**

Riesgos más frecuentes

- Cortes en las manos.

- Caídas de objetos a distinto nivel.
- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Electrocuciiones por contacto indirecto.
- Caída al mismo nivel.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Las herramientas de mano irán enganchadas con mosquetón para evitar su caída.
- Se habilitarán espacios para situar los materiales.
- Las maniobras de ubicación de la armadura serán realizadas por tres operarios: dos controlando el elemento mediante cuerdas sujetas a sus extremos y otro guiando la operación.
- Ningún operario permanecerá debajo de elementos suspendidos o de zonas en las que se estén realizando soldaduras.

Equipos de protección individual (EPI)

- Casco de seguridad homologado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

#### **1.5.2.4. Instalaciones 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

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor
- Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes aislantes en pruebas de tensión
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes

### **1.5.3. 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.

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:

#### **1.5.3.1. 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

#### **1.5.3.2. Andamio de borriquetas**

Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas

Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos

Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas

Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro

#### **1.5.4. 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:

- a) 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.
- b) La maquinaria cumplirá las prescripciones contenidas en el vigente Reglamento de Seguridad en las Máquinas, las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) y las especificaciones de los fabricantes.
- c) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artefacto mecánico sin reglamentación específica.

Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

##### **1.5.4.1. 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

##### **1.5.4.2. 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

##### **1.5.4.3. 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

##### **1.5.4.4. 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

#### **1.5.4.5. 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

No se ubicarán a distancias inferiores a tres metros de los bordes de excavación y/o de los bordes de los forjados

#### **1.5.4.6. 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>

#### **1.5.4.7. 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

#### **1.5.4.8. 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 antipolvo y gafas.

#### **1.5.4.9. Sierra circular de mesa**

Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.

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.

#### **1.5.4.10. 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.

#### **1.5.4.11. 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 antiproyección.

Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos 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.

## **1.6. 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.

### **1.6.1. 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

### **1.6.2. 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

### **1.6.3. Polvo y partículas**

Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo

Se usarán gafas de protección y mascarillas antipolvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas.

#### **1.6.4. 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.

#### **1.6.5. 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.

#### **1.6.6. Incendios**

No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio.

#### **1.6.7. Intoxicación por emanaciones**

Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente.

Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

## **1.7. 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.

### **1.7.1. Caída de objetos**

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se montarán marquesinas en los accesos.
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia 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 de seguridad homologado
- Guantes y botas de seguridad
- Uso de bolsa portaherramientas

### **1.7.2. 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

### **1.7.3. Electrocuciones**

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

#### **1.7.4. 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

#### **1.7.5. 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

### **1.8. 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 de la instalación que entrañan mayores riesgos.

#### **1.8.1. Trabajos en instalaciones**

Los trabajos correspondientes a la instalación eléctrica, 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.

#### **1.8.2. Trabajos con pinturas y barnices**

Los trabajos con pinturas u otros materiales cuya inhalación pueda resultar tóxica deberán realizarse con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

### **1.9. TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES**

En la obra objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales referidos en los puntos 4 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.

## **1.10.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.

## **1.11.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 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de Prevención de Riesgos Laborales, a través de su artículo 4.3.

A tales 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.

## 2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Son de obligado cumplimiento, en lo que afecten a los trabajos a realizar, las disposiciones contenidas en la siguiente relación:

- **R.D. 1627/1997**, de 24 de octubre, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción (BOE del 25/10/97).
- **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales (BOE del 10/11/95).

Desarrollo de la Ley 31/1995 sobre prevención de Riesgos Laborales a través de las siguientes disposiciones:

- **R.D. 39/1997**, de 17 de enero, sobre Reglamento de Servicios de Prevención (BOE del 31/01/97).
- **R.D. 485/1997**, de 14 de abril, sobre Disposiciones Mínimas en materia de Señalización, Seguridad y Salud en el Trabajo (BOE del 23/04/97).
- **R.D. 486/1997**, de 14 de abril, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo (BOE del 23/04/97).
- **R.D. 487/1997**, de 14 de abril, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación Manual de Cargas que entra en riesgos, en particular los dorsolumbares para los trabajadores.
- **R.D. 773/1997**, del 30 de mayo, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Utilización por los trabajadores de los Equipos de Protección Individual (BOE del 12/06/97).
- **R.D. 1215/1997**, de 18 de julio, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (BOE del 07/12/53).
- **Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la construcción.
- **Real Decreto 1644/2008**, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- **Real Decreto 1849/2000**, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales
- **Real Decreto 396/2006**, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto
- **Real Decreto 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 Legislativo 2/2015**, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Regulación de la Jornada de Trabajo, Jornadas Especiales y Descanso (R.D. 2001/83).
- **Real Decreto 337/2014**, de 9 de mayo, por el que se aprueban el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Convenio Colectivo Provincial de Construcción de Albacete.
- Normativa de ámbito local (Ordenanzas Municipales).
  - Demás Disposiciones Oficiales relativas a Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo que puedan afectar a los distintos trabajos a realizar en obra.

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **3.1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS**

##### **3.1.1. Disposiciones generales: Objeto del Pliego de condiciones**

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego del Proyecto de ejecución, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la instalación, situada en El Coronil (Sevilla), según el proyecto redactado por Ginés Martínez Pérez. Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento de la instalación.

##### **3.1.2. Disposiciones facultativas**

###### **3.1.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación**

Las garantías y responsabilidades de los agentes y trabajadores de la obra frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo en materia de seguridad y salud, son las establecidas por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 1627/1997 "Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

###### **3.1.2.2. El Promotor**

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción, facilitando copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el Promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de Seguridad y Salud previamente al comienzo de las obras.

El Promotor tendrá la consideración de Contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma, excepto en los casos estipulados en el Real Decreto 1627/1997.

###### **3.1.2.3. El Projectista**

Es el agente que, por encargo del Promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

#### **3.1.2.4. El Contratista y Subcontratista**

Según define el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997:

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras, con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

El Contratista comunicará a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del R.D.1627/1997, de 24 de octubre.

Adoptará todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, cumpliendo las órdenes efectuadas por el Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de ejecución de la obra.

Supervisará de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Entregará la información suficiente al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Entre las responsabilidades y obligaciones del contratista y de los subcontratistas en materia de seguridad y salud, cabe destacar las contenidas en el artículo 11 "Obligaciones de los contratistas y subcontratistas" del R.D. 1627/1997.

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/1997, durante la ejecución de la obra.

Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.

Atender las indicaciones y consignas del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

Responderán de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### **3.1.2.5. La Dirección Facultativa**

Según define el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997, se entiende como Dirección Facultativa:

El técnico o los técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Las responsabilidades de la Dirección Facultativa y del Promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

### **3.1.2.6. Coordinador de Seguridad y Salud en Proyecto**

Es el técnico competente designado por el Promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

### **3.1.2.7. Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución**

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el Promotor, que forma parte de la Dirección Facultativa.

Asumirá las tareas y responsabilidades contenidas en la Guía Técnica sobre el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, cuyas funciones consisten en:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.
- 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 prevista en 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 sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

### **3.1.2.8. Trabajadores Autónomos**

Son las personas físicas distintas del Contratista y Subcontratista, que realizan de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo y que asumen contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de Contratista o Subcontratista.

Los trabajadores autónomos cumplirán lo establecido en el plan de seguridad y salud.

### **3.1.2.9. Trabajadores por cuenta ajena**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La consulta y la participación de los trabajadores o de sus representantes, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El Contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

### **3.1.2.10. Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción**

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

### **3.1.2.11. Recursos preventivos**

Con el fin de ejercer las labores de recurso preventivo, según lo establecido en la Ley 31/95, el empresario designará para la obra los recursos preventivos, que podrán ser:

- a) Uno o varios trabajadores designados por la empresa.
- b) Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- c) Uno o varios miembros del servicio o los servicios de prevención ajenos.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas. En caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que éste adopte las medidas necesarias para su corrección, notificándose a su vez al Coordinador de Seguridad y Salud y al resto de la Dirección Facultativa.

En el Plan de Seguridad y Salud se especificarán los casos en que la presencia de los recursos preventivos es necesaria, especificándose expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin, concretando las tareas en las que inicialmente se prevé necesaria su presencia.

### **3.1.3. Formación en Seguridad**

Con el fin de que todo el personal que acceda a la obra disponga de la suficiente formación en las materias preventivas de seguridad y salud, la empresa se encargará de su formación para la adecuada prevención de riesgos y el correcto uso de las protecciones colectivas e individuales. Dicha formación alcanzará todos los niveles de la empresa, desde los directivos hasta los trabajadores no cualificados, incluyendo a los técnicos, encargados, especialistas y operadores de máquinas entre otros.

### **3.1.4. Reconocimientos médicos**

La vigilancia del estado de salud de los trabajadores quedará garantizada por la empresa contratista, en función de los riesgos inherentes al trabajo asignado y en los casos establecidos por la legislación vigente.

Dicha vigilancia será voluntaria, excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre su salud, o para verificar que su estado de salud no constituye un peligro para otras personas o para el mismo trabajador.

### **3.1.5. Salud e higiene en el trabajo**

#### **3.1.5.1. Primeros auxilios**

El empresario designará al personal encargado de la adopción de las medidas necesarias en caso de accidente, con el fin de garantizar la prestación de los primeros auxilios y la evacuación del accidentado.

Se dispondrá, en un lugar visible de la obra y accesible a los operarios, un botiquín perfectamente equipado con material sanitario destinado a primeros auxilios.

El Contratista instalará rótulos con caracteres legibles hasta una distancia de 2 m, en el que se suministre a los trabajadores y participantes en la obra la información suficiente para establecer rápido contacto con el centro asistencial más próximo.

#### **3.1.5.2. Actuación en caso de accidente**

En caso de accidente se tomarán solamente las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica, para que el accidentado pueda ser trasladado con rapidez y sin riesgo. En ningún caso se le moverá, excepto cuando sea imprescindible para su integridad.

Se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración, pulso y presión sanguínea), se le intentará tranquilizar, y se le cubrirá con una manta para mantener su temperatura corporal.

No se le suministrará agua, bebidas o medicamento alguno y, en caso de hemorragia, se presionarán las heridas con gasas limpias.

El empresario notificará el accidente por escrito a la autoridad laboral, conforme al procedimiento reglamentario.

### **3.1.6. Documentación de obra**

#### **3.1.6.1. Estudio de seguridad y Salud**

Es el documento elaborado por el técnico competente designado por el Promotor, donde se precisan 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.

Incluye también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

#### **3.1.6.2. Plan de seguridad y salud**

En aplicación del presente estudio de seguridad y salud, cada Contratista elaborará el correspondiente plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la 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, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio de seguridad y salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra aprobará el plan de seguridad y salud antes del inicio de la misma.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir durante el desarrollo de la misma, siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud y la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la Dirección Facultativa.

### **3.1.6.3. Acta de aprobación del plan**

El plan de seguridad y salud elaborado por el Contratista será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección Facultativa o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

### **3.1.6.4. Comunicación de apertura de centro de trabajo**

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente será previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas.

La comunicación contendrá los datos de la empresa, del centro de trabajo y de producción y/o almacenamiento del centro de trabajo. Deberá incluir, además, el plan de seguridad y salud.

### **3.1.6.5. Libro de incidencias**

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto.

Será facilitado por el colegio profesional que vise el acta de aprobación del plan o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, teniendo acceso la Dirección Facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá notificar al Contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, sobre las anotaciones efectuadas en el libro de incidencias.

Cuando las anotaciones se refieran a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones anteriores, se remitirá una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación se trata de una nueva observación o supone una reiteración de una advertencia u observación anterior.

### **3.1.6.6. Libro de órdenes**

En la obra existirá un libro de órdenes y asistencias, en el que la Dirección Facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y, en consecuencia, serán respetadas por el Contratista de la obra.

### **3.1.6.7. Libro de visitas**

El libro de visitas deberá estar en obra, a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

El primer libro lo habilitará el Jefe de la Inspección de la provincia en que se encuentre la obra. Para habilitar el segundo o los siguientes, será necesario presentar el anterior. En caso de pérdida o destrucción, el representante legal de la empresa deberá justificar por escrito los motivos y las pruebas. Una vez agotado un libro, se conservará durante 5 años, contados desde la última diligencia.

### **3.1.6.8. Libro de subcontratación**

El Contratista deberá disponer de un libro de subcontratación, que permanecerá en todo momento en la obra, reflejando por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

El libro de subcontratación cumplirá las prescripciones contenidas en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, en particular el artículo 15 "Contenido del Libro de Subcontratación" y el artículo 16 "Obligaciones y derechos relativos al Libro de Subcontratación".

Al libro de subcontratación tendrán acceso el Promotor, la Dirección Facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

### **3.1.7. Disposiciones económicas**

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra, se fija en el pliego de condiciones del proyecto o en el correspondiente contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, debiendo contener al menos los puntos siguientes:

- Fianzas
- De los precios
- Precio básico
- Precio unitario
- Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
- Precios contradictorios
- Reclamación de aumento de precios
- Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
- De la revisión de los precios contratados
- Acopio de materiales
- Obras por administración
- Valoración y abono de los trabajos
- Indemnizaciones mutuas

- Retenciones en concepto de garantía
- Plazos de ejecución y plan de obra
- Liquidación económica de las obras
- Liquidación final de la obra

## **3.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

### **3.2.1. Medios de protección colectiva**

Los medios de protección colectiva se colocarán según las especificaciones del Plan de Seguridad y Salud antes de iniciar el trabajo en el que se requieran, no suponiendo un riesgo en sí mismos.

Se repondrán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil, después de estar sometidos a solicitaciones límite, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas por el fabricante.

El mantenimiento será vigilado de forma periódica (cada semana) por el Delegado de Prevención.

### **3.2.2. Medios de protección individual**

Todos los equipos de protección individual (EPI) empleados en la obra dispondrán de marcado CE, que llevarán inscrito en el propio equipo, en el embalaje y en el folleto informativo.

Serán ergonómicos y no causarán molestias innecesarias. Nunca supondrán un riesgo en sí mismos, ni perderán su seguridad de forma involuntaria.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil y controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y, en el caso de equipos de importación, traducidos a la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y se reemplazarán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitaciones límite.

Se utilizarán de forma personal y para los usos previstos por el fabricante, supervisando el mantenimiento el Delegado de Prevención.

### **3.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort**

Los locales destinados a instalaciones provisionales de salud y confort tendrán una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas para su uso. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados preferentemente con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El Contratista mantendrá las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias (limpieza diaria), estarán provistas de agua corriente fría y caliente y dotada de los complementos necesarios para higiene personal, tales como jabón, toallas y recipientes de desechos.

#### **3.2.3.1. Vestuarios**

Serán de fácil acceso, estarán próximos al área de trabajo y tendrán asientos y taquillas independientes bajo llave, con espacio suficiente para guardar la ropa y el calzado.

Cuando no se disponga de vestuarios, se habilitará una zona para dejar la ropa y los objetos personales bajo llave.

### **3.2.3.2. Aseos y duchas**

Estarán junto a los vestuarios y dispondrán de instalación de agua fría y caliente, ubicando al menos una cuarta parte de los grifos en cabinas individuales con puerta con cierre interior.

La dotación mínima prevista para los aseos será la que se cita en el apartado 1.4.2 del presente estudio.

### **3.2.3.3. Retretes**

Serán de fácil acceso y estarán próximos al área de trabajo. Se ubicarán preferentemente en cabinas, sin visibilidad desde el exterior y provistas de percha y puerta con cierre interior.

Dispondrán de ventilación al exterior, pudiendo no tener techo siempre que comuniquen con aseos o pasillos con ventilación exterior, evitando cualquier comunicación con comedores, cocinas, dormitorios o vestuarios.

Tendrán descarga automática de agua corriente y en el caso de que no puedan conectarse a la red de alcantarillado se dispondrá de letrinas sanitarias o fosas sépticas.

## **4. PRESUPUESTO**

El importe del Presupuesto de Ejecución Material del presente Estudio de Seguridad y Salud, que asciende a la cantidad de MIL DOSCIENTOS OCHENTA euros con VENTIOCHO céntimos (1.280,28 €).

## 5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

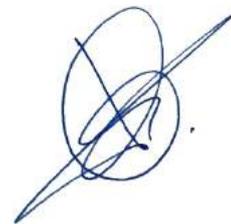
Los documentos que conforman este Estudio de Seguridad y Salud son los siguientes:

- DOCUMENTO Nº I. MEMORIA**
- DOCUMENTO Nº II. PLIEGO DE CONDICIONES**
- DOCUMENTO Nº III. PRESUPUESTO (ver desglose de presupuesto en el proyecto)**
- DOCUMENTO Nº IV. PLANOS**

ÍNDICE DE PLANOS	
Nº PLANO	DESCRIPCIÓN
6.SS.1	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD ITINERARIO EVACUACIÓN HERIDOS
6.SS.2	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES INDIVIDUALES
6.SS.3	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD SEÑALES
6.SS.4	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD ANDAMIOS Y ESCALERAS DE MANO
6.SS.5	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD ESQUEMA UNIFILAR, VALLADO Y CASETA DE OBRA

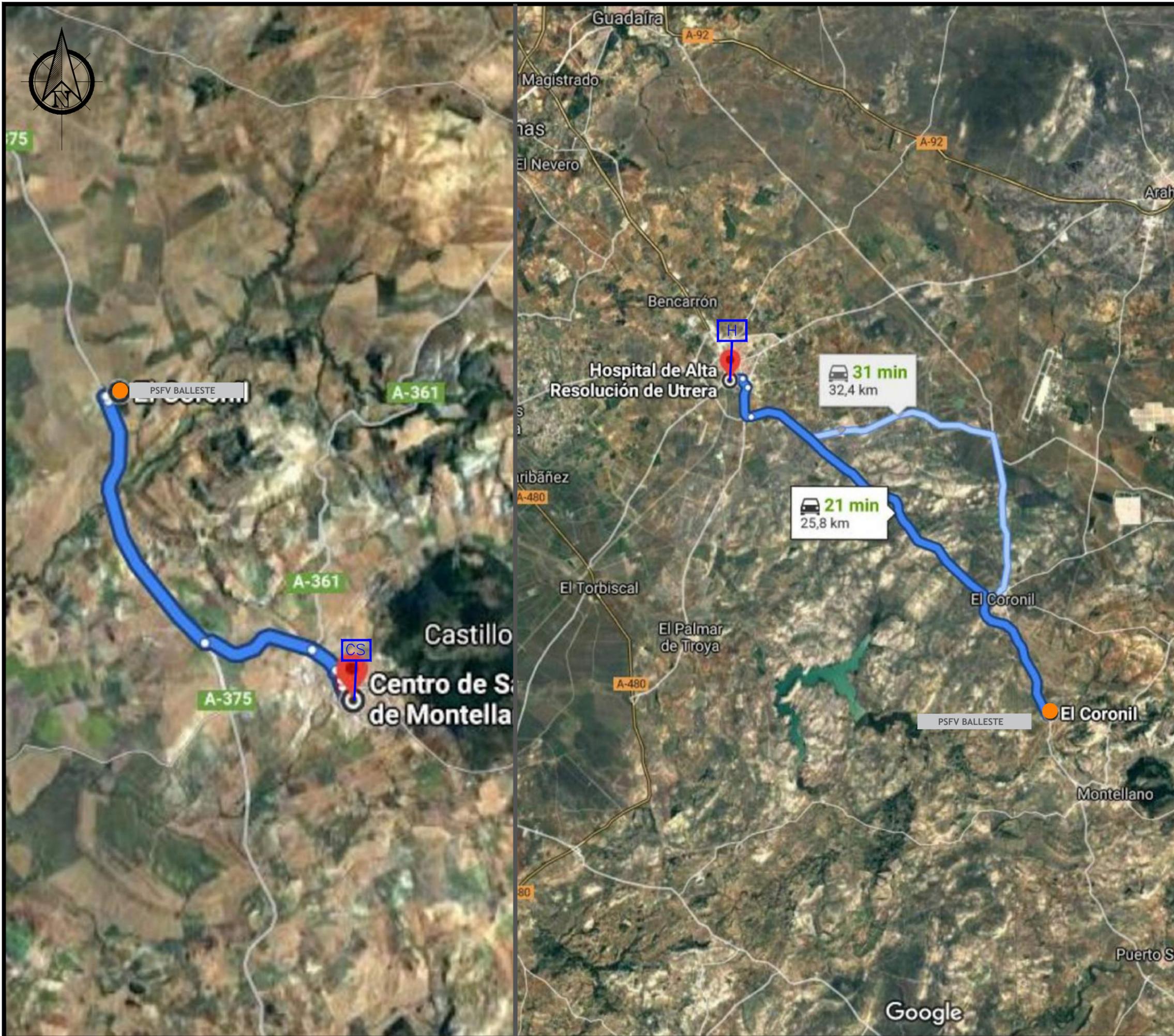
Albacete, noviembre de 2020

El Ingeniero Técnico Industrial



**Fdo. Ginés Martínez Pérez**

**Nº colegiado:1280, COGITI Albacete**



LEYENDA	
	ITINERARIO EVACUACIÓN
	HOSPITAL DE ALTA RESOLUCIÓN DE UTRERA
	CENTRO DE SALUD DE MONTELLANO
	UBICACIÓN OBRA OBJETO DEL PROYECTO

**DATOS HOSPITAL**  
 -NOMBRE: Hospital de Alta Resolución de Utrera  
 -DIRECCIÓN: Av. Brigadas Internacionales, 0, 41710, Utrera (Sevilla)  
 -TELÉFONOS: 955 93 90 01

**DATOS ITINERARIO**  
 -DURACIÓN: 21 MINUTOS  
 -DISTANCIA DESDE OBRA: 25,8 km

**DATOS CENTRO DE SALUD**  
 -NOMBRE: Centro de Salud de Montellano  
 -DIRECCIÓN: c/ Alfonso Orti, s/n, 41770, Montellano (Sevilla)  
 -TELÉFONO: -

**DATOS ITINERARIO**  
 -DURACIÓN: 10 MINUTOS  
 -DISTANCIA DESDE OBRA: 6,8 km

FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
04/11/2020	PLANO ITINERARIO EVACUACIÓN HERIDOS	0

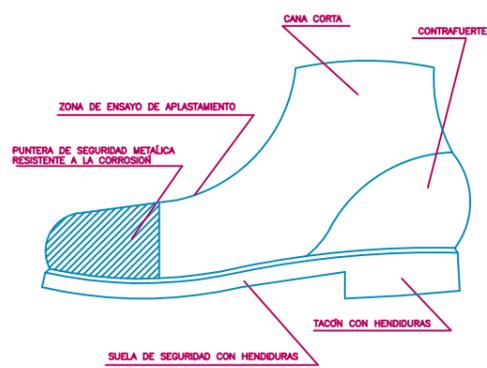
	COORDENADAS: 37°01'47"N 05° 36' 22"O	UTM/ETRS89: X=268.185 Y=4.101.349
--	--	---

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
 EL CORONIL (SEVILLA)**

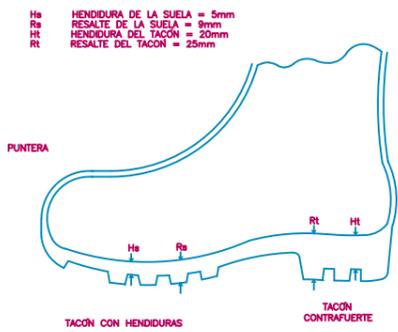
DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD  
 ITINERARIO EVACUACIÓN HERIDOS**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>6.SS.1</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>S/E</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280
TMG	

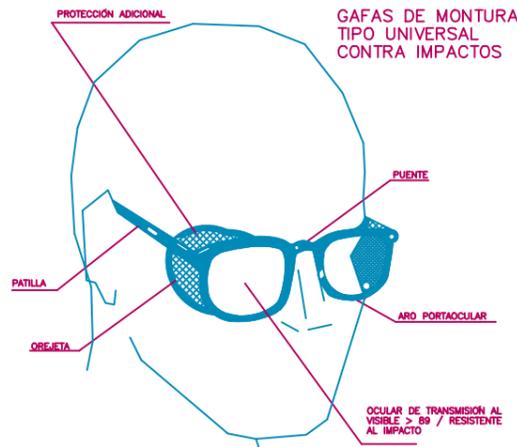




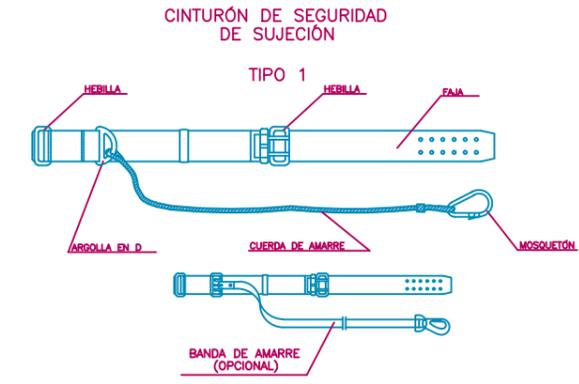
BOTA DE SEGURIDAD



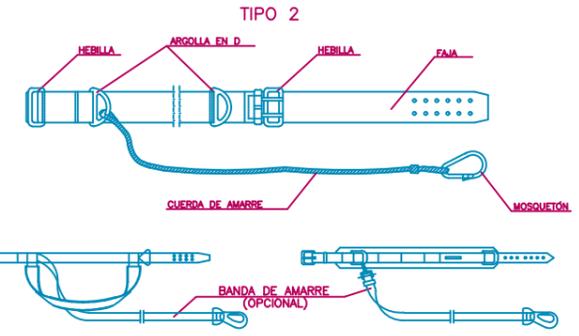
BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD



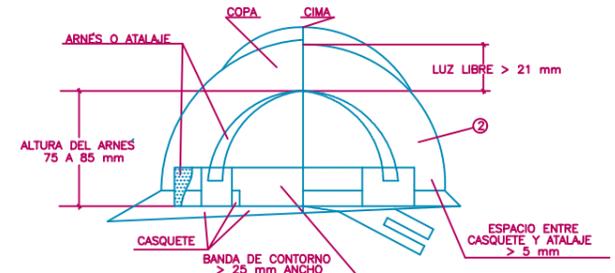
GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS



CINTURON DE SEGURIDAD DE SUJECION TIPO 1

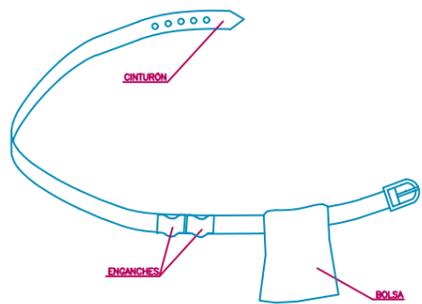


TIPO 2

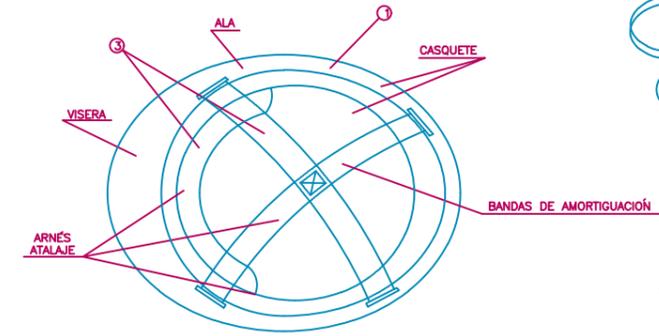
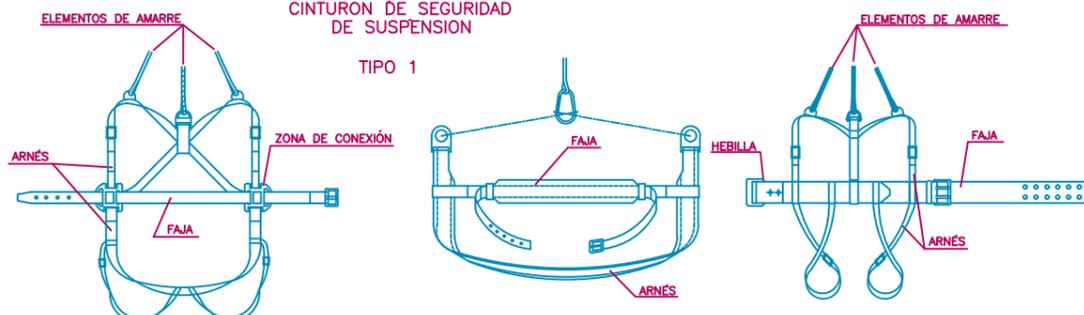


PORTAHERRAMIENTAS

1. PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE
2. EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS
3. NO EXIJE DEL CINTURON DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO

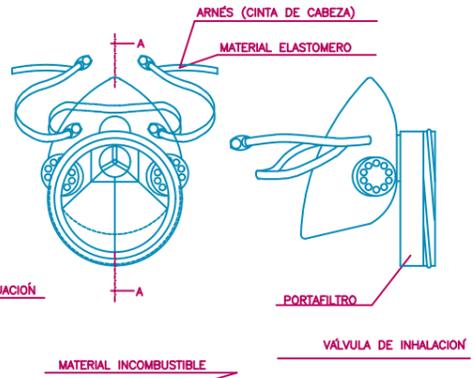


CINTURON DE SEGURIDAD DE SUSPENSION



1. MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
2. CLASE N AISLANTE A 1000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V
3. MATERIAL NO RIGIDO HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION

CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO



SECCION A-A MASCARILLA ANTIPOLVO

FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
04/11/2020	PROTECCIONES INDIVIDUALES	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES INDIVIDUALES**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>6.SS.2</b>
DEPARTAMENTO:	UNIVERGY ESPAÑA
FECHA:	30/10/2020
ESCALA:	S/E
DISEÑADO POR:	JAMG
PR.MANAGEMENT:	TMG
	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280

SEÑALES DE SALVAMENTO

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DUCHA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE ADVERTENCIA
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAIDAS AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA PRESION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LASER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETIILLAS DE MANUTENCION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal.

SEÑALES DE OBLIGACION

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
USO OBLIGATORIO DE CINTUROS DE SEGURIDAD		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE GAFAS O PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
OBLIGACION DE LAVARSE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE CALZADO ANTIESTATICO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
EMPUJAR NO ARRASTRAR		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

EL COLOR EN LA SEGURIDAD

COLOR	SIGNIFICADO	APLICACION
ROJO	PARADA PROHIBICION	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Señales de parada.</li> <li>* Señales de prohibicion.</li> <li>* Dispositivos de conexion de urgencia.</li> <li>* Localización y señalización contra incendios.</li> </ul>
AMARILLO	ATENCION ZONA DE PELIGRO	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Señales de parada.</li> <li>* Señales de prohibicion.</li> <li>* Dispositivos de conexion de urgencia.</li> </ul>
VERDE	SITUACION DE SEGURIDAD	* Señalización de pasillos de salidas de socorro.
AZUL	OBLIGACION	* Obligacion de llevar equipo de proteccion personal.

COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE	COLOR DE SIMBOLO
ROJO	BLANCO	NEGRO
AMARILLO	NEGRO	NEGRO
VERDE	BLANCO	BLANCO
AZUL	BLANCO	BLANCO

PARA EVITAR LOS INCONVENIENTES DERIVADOS DE LA DIFICULTAD QUE ALGUNAS PERSONAS TIENE PARA DISTINGUIR LOS COLORES, ESTOS SE COMPLEMENTAN CON FORMAS GEOMETRICAS.

FORMA GEOMETRICA DE LA SEÑAL	ESPECIFICACION
	OBLIGACION O PROHIBICION
	ADVERTENCIA DE PELIGRO
	INFORMACION

SEÑALES DE OBLIGACION

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

EL COLOR EN LA SEGURIDAD

COLOR	ESTIMULACION
ROJO	* PELIGRO, EXCITACION, PASION.
ANARANJADO	* INQUIETUD.
AMARILLO	* ACTIVIDAD.
VERDE	* QUIETUD, REPOSO, RELAJACION.
AZUL	* FRIO, LENTITUD.
VIOLETA	* APATIA, DEJAEZ.

POR LO TANTO, EN LA INDUSTRIA, NO DEBERAN SER UTILIZADOS COLORES FUERTES O SEDANTES, PUESTO QUE AMBOS EXTREMOS SON PERJUDICIALES.

LA REFLEXION DE LA LUZ EN TECHOS Y PAREDES, VARIA SEGUN EL COLOR Y SERA:

COLOR	REFLEXION
BLANCO	85 %
MARFIL	70 %
CREMA	65 %
AZUL CELESTE	65 %
VERDE CLARO	60 %
AZUL CLARO	50 %

FECHA:	DESCRIPCION:	Nº:
04/11/2020	SEÑALES	0

	COORDENADAS: 37°01'47"N 05° 36' 22"O	UTM/ETRS89: X=268.185 Y=4.101.349
--	--	---

PROYECTO:

**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCION DEL PLANO:

**ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD  
SEÑALES**

SITUACION:

**Polígono 11, parcela 1  
El Coronil (Sevilla)**

REF PROYECTO:

**6.SS.3**

DEPARTAMENTO:

**UNIVERGY ESPAÑA**

FECHA:

**30/10/2020**

ESCALA:

**S/E**

DISEÑADO POR:

JAMG

PR.MANAGEMENT:

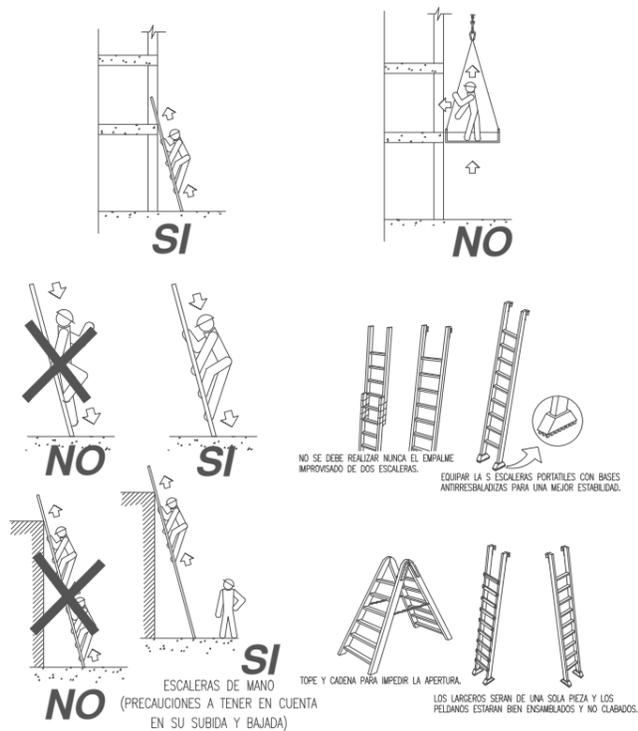
TMG

INGENIERO TÈC. INDUSTRIAL

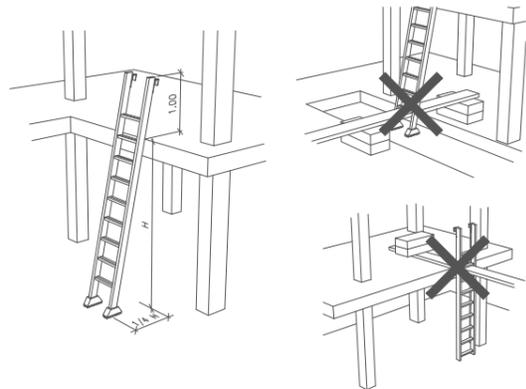
Fdo. Ginés Martínez Pérez  
Colegiado nº 1280



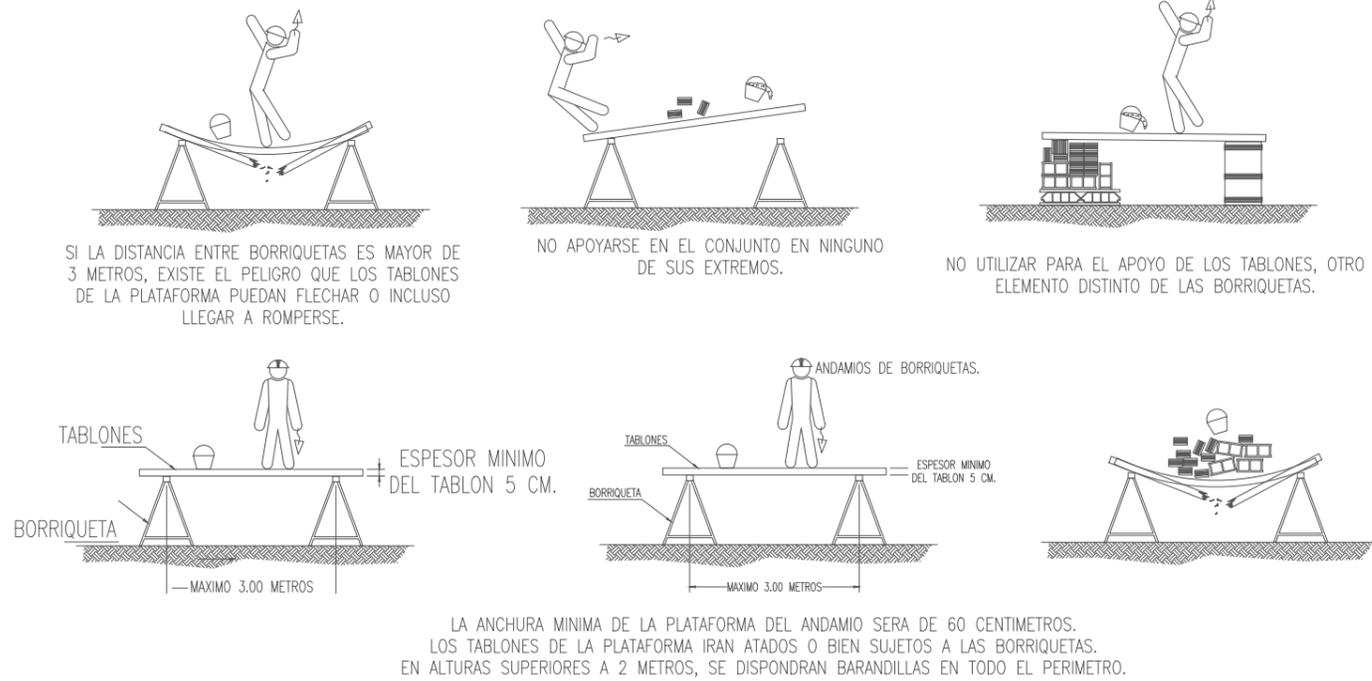
ESCALERAS DE MANO  
PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA



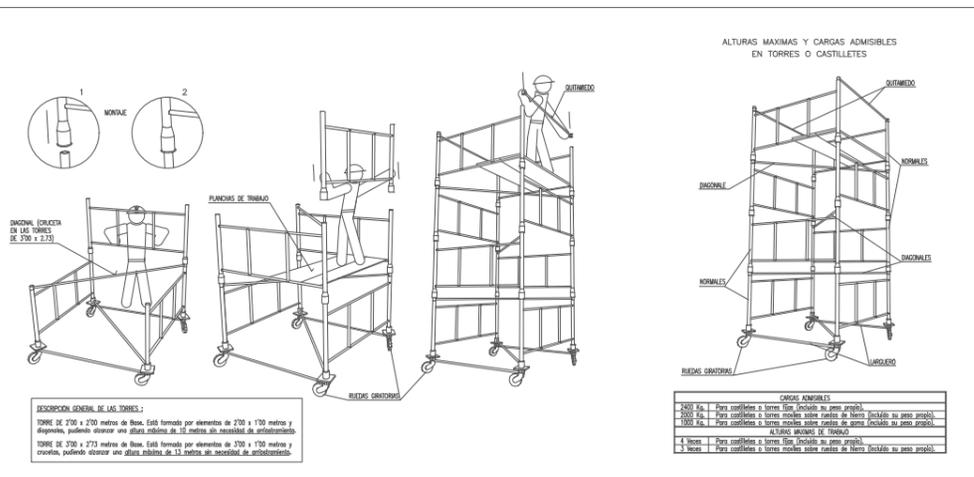
POSICION CORRECTA DE ESCALERAS DE MANO POSICIONES INCORRECTAS DE ESCALERAS DE MANO



ANDAMIOS DE BORRIQUETAS.



LA ANCHURA MINIMA DE LA PLATAFORMA DEL ANDAMIO SERA DE 60 CENTIMETROS.  
LOS TABLONES DE LA PLATAFORMA IRAN ATADOS O BIEN SUJETOS A LAS BORRIQUETAS.  
EN ALTURAS SUPERIORES A 2 METROS, SE DISPONDRAN BARANDILLAS EN TODO EL PERIMETRO.



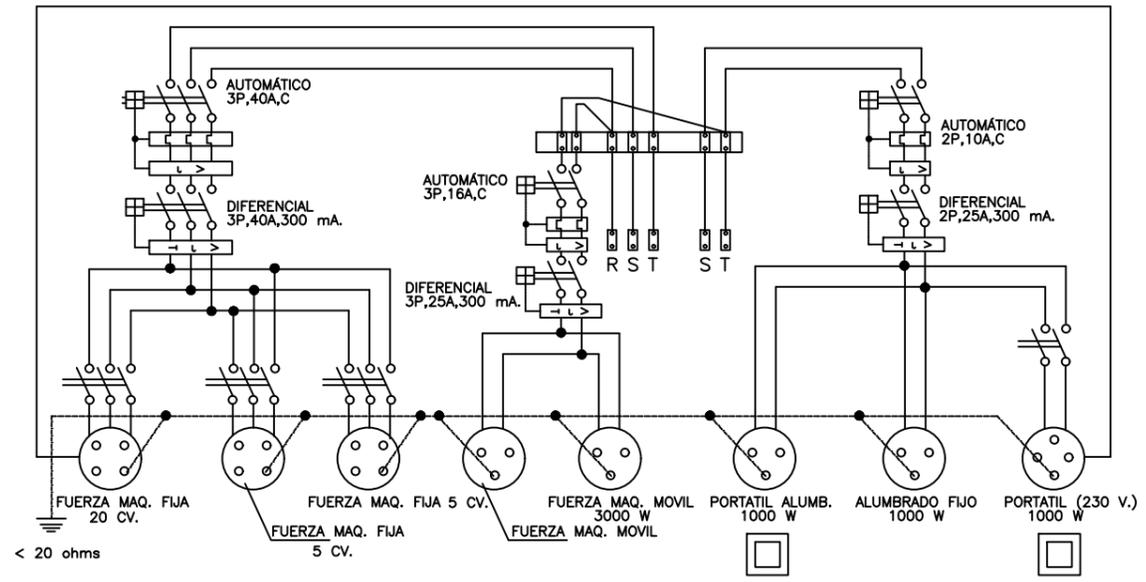
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
04/11/2020	ANDAMIOS Y ESCALERAS DE MANO	0

	COORDENADAS: 37° 01' 47" N 05° 36' 22" O	UTM/ETRS89: X=268.185 Y=4.101.349
--	--	---

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD  
ANDAMIOS Y ESCALERAS DE MANO**

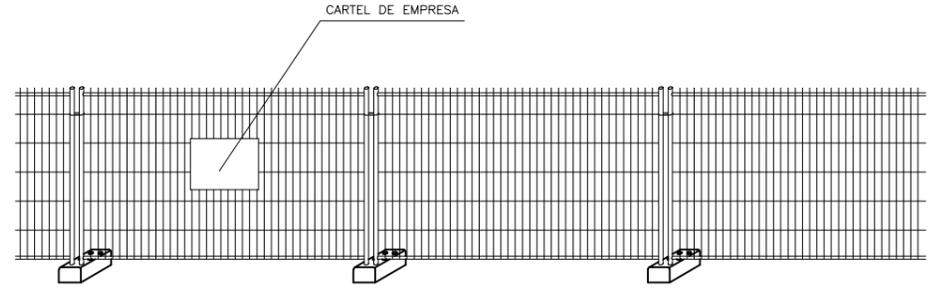
SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>6.SS.4</b>
DEPARTAMENTO:	UNIVERGY ESPAÑA
FECHA:	30/10/2020
ESCALA:	S/E
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL: JAMG
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280



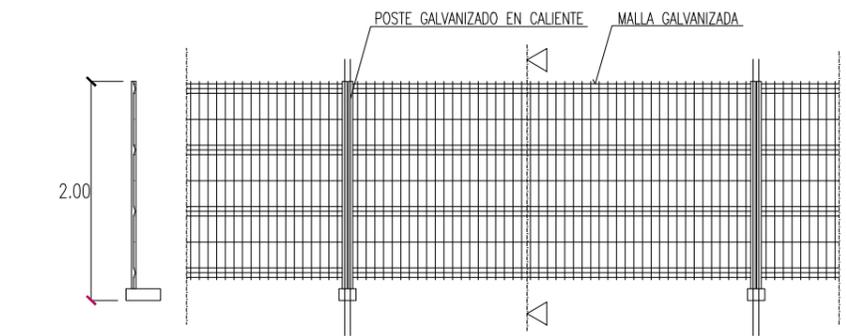
ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO ELECTRICO DE OBRA



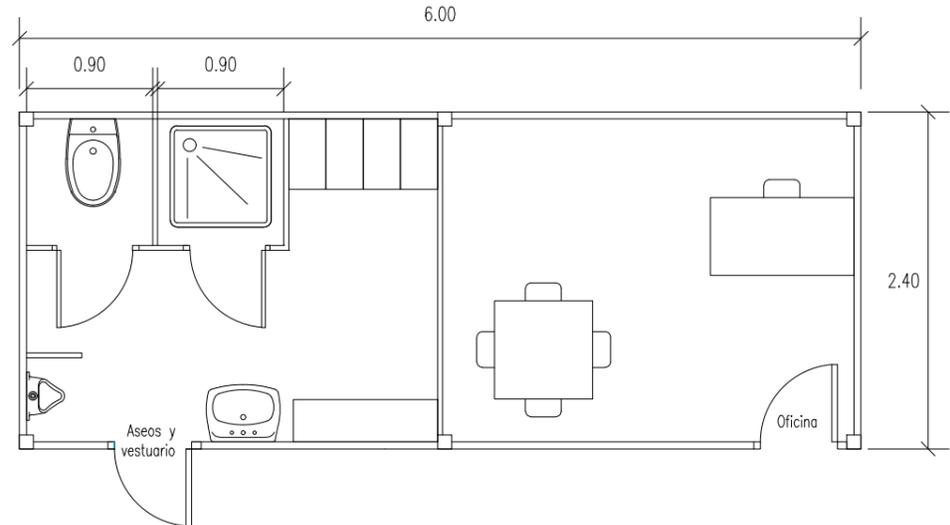
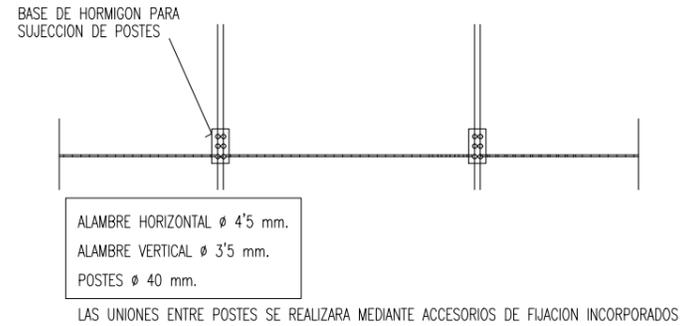
ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS



VALLA CERRAMIENTO DE OBRA



VALLA DE POSTES Y MALLA GALVANIZADA



CASETA  
Aseos, vestuario y oficina

FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
04/11/2020	ESQUEMA UNIFILAR, VALLADO Y CASETA DE OBRA	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD  
ESQUEMA UNIFILAR, VALLADO Y CASETA DE OBRA**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>6.SS.5</b>
DEPARTAMENTO:	UNIVERGY ESPAÑA
FECHA:	30/10/2020
ESCALA:	S/E
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÍC. INDUSTRIAL JAMG
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280

# **DOCUMENTO      Nº4.      PLIEGO      DE CONDICIONES**

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>DISPOSICIONES GENERALES</b> .....	<b>4</b>
1.1	OBJETO .....	4
1.2	DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA.....	4
<b>2</b>	<b>CONDICIONES FACULTATIVAS</b> .....	<b>5</b>
2.1	DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS.....	5
<b>3</b>	<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b> .....	<b>7</b>
3.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	7
3.2	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	11
3.3	PRUEBAS REGLAMENTARIAS .....	11
3.4	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	11
3.5	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	12
<b>4</b>	<b>LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN</b> .....	<b>13</b>
4.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	13
4.2	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	15
4.3	PRUEBAS REGLAMENTARIAS .....	15
4.4	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	15
4.5	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	16
<b>5</b>	<b>LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN 20 KV</b> .....	<b>17</b>
5.1	DISPOSICIONES GENERALES .....	17
5.1.1	Condiciones facultativas legales .....	17
5.1.2	Seguridad en el trabajo.....	17
5.1.3	Seguridad pública.....	18
5.2	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	18
5.2.1	Datos de la obra.....	18
5.2.2	Replanteo de la obra .....	18
5.2.3	Mejoras y variaciones del proyecto .....	19
5.2.4	Recepción del material .....	19
5.2.5	Organización .....	19
5.2.6	Ejecución de las obras.....	19
5.2.7	Subcontratación de las obras.....	20
5.2.8	Plazo de ejecución .....	20
5.2.9	Recepción provisional.....	20
5.2.10	Periodos de garantía .....	21
5.2.11	RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	21
5.2.12	PAGO DE OBRAS. ....	21
5.2.13	ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.....	21
5.3	DISPOSICIÓN FINAL.....	21

<b>6</b>	<b>CENTRO DE SECCIONAMIENTO</b> .....	<b>22</b>
6.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	22
6.2	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	25
6.3	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	26
6.4	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	26
6.5	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	27
<b>7</b>	<b>RECEPCIONES DE LA INSTALACIÓN</b> .....	<b>29</b>
7.1	RECEPCIONES PROVISIONALES.....	29
7.2	DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.....	29
7.3	MEDICIÓN DEFINITIVA Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA.....	29
7.4	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.....	30
7.5	DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	30
7.6	PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.....	30

# **1 DISPOSICIONES GENERALES**

## **1.1 OBJETO**

El presente documento, determina las condiciones a las que deberá sujetarse al contratista para la ejecución de las obras, así como a las instrucciones que dicta el director de la obra para resolver las dificultades que se presenten durante la misma.

Todo constructor/instalador queda sometido al cumplimiento de las prescripciones técnicas contenidas en esta documentación, en tanto en el particular de cada obra no se haya previsto ninguna especial que la invalide o la sustituya.

Es obligación del constructor el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en el pliego de condiciones y dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución. En todo lo referente a la adquisición, recepción y empleo de los materiales que se utilicen en la obra, el contratista se atenderá a lo especificado en los capítulos correspondientes del presente pliego de condiciones. Lo mismo ocurrirá en todo lo referente a los materiales no utilizables y a los materiales y aparatos defectuosos.

## **1.2 DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA**

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- Las condiciones fijadas en el propio documento del contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiese.
- El Pliego de Condiciones
- El resto de documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto)
- Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

## 2 CONDICIONES FACULTATIVAS

### 2.1 DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

#### Los Ingenieros Directores

Corresponde al Ingeniero Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Ingeniero Técnico, el certificado final de la misma.

Corresponde la Ingeniero Director y al Ingeniero Técnico:

- Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- Redactar, cuando se requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al Ingeniero.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- Suscribir, el certificado final de obra.

#### El Constructor

Corresponde al constructor:

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Suscribir con el Ingeniero y el Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que

intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.

- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Ingeniero Técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### **Mejoras y variaciones del proyecto**

Si durante la ejecución del presente proyecto, fuera conveniente efectuar alguna modificación en las instalaciones a juicio del Director Técnico, el Contratista adjudicatario vendrá obligado a cumplir las instrucciones que éste dicte.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenanzas y/o autorizadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en Los precios de la adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista, si así lo solicitara el Director de la Obra.

## **3 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

### **3.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES**

#### **Condiciones Generales**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente siempre y cuando reúnan las condiciones especificadas en proyecto.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en la memoria y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, 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.

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.

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.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

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.

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 primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigentes en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

### Obra civil

#### - Preparación del terreno

El terreno es completamente llano, no es necesaria la adaptación del terreno para realizar la instalación. Se necesita, desbroce de terreno y limpieza de restos de hierbas para poder dejar el terreno lo más limpio posible y facilitar la instalación.

Se dispondrá de un camino perimetral para permitir el paso a la hora de realizar labores de operación y mantenimiento, así como el paso de vehículos y acceso a las instalaciones colindantes con un ancho de 4 m. Las distancias existentes entre los módulos y el camino perimetral serán como mínimo de 1 m

Se realizará un vallado parcial de la parcela, vallando la zona donde se sitúa la instalación, con el objeto de proteger los equipos e impedir la entrada de personas ajenas a la instalación. El vallado tendrá las características que se contemplan en proyecto. Se prevé la colocación de, al menos, una puerta de doble hoja de simple torsión que permita la entrada de material y personas a la instalación una vez vallado la parcela.

#### - Canalizaciones

Las zanjas para el tendido de los cables ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. 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 0,1 m de espesor que podrá ser 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.

Las canalizaciones de baja tensión serán enterradas bajo tubo conforme a las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21. No instalándose más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

### Sistemas generadores fotovoltaicos

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas en proyecto.

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.

Será deseable una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador 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 estarán garantizados por el fabricante.

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.

### **Estructura soporte**

Se ha optado por una instalación con estructura fija.

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones:

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa de aplicación.

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.

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

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

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

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

### **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.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas se certificarán 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.

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 que se detallan en proyecto.

### **Cableado**

Todos los cables están fabricados en cobre y aluminio. La sección de los cables permite que la caída de tensión entre los módulos fotovoltaicos y el inversor sea inferior al 1,5% y, por lo tanto, la pérdida de potencia debido al cableado será inferior al 1,5%.

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.

Para el cableado se tendrá en cuenta lo establecido en la ITC-BT-40, y la tabla 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523.

### **Protecciones**

Las protecciones de la instalación se dimensionarán según la normativa

#### **Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas**

La instalación contra rayos y puesta a tierra se construirá según normas y reglas VDE y DIN, aplicando piezas de construcción según normas DIN48801 hasta 48852. Se dejará completa y lista para el servicio.

Se unirán al sistema de tierras las partes metálicas de las estructuras, así como las carcasas de los inversores y todos los elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación. Esta red de tierras será independiente de la tierra del neutro del transformador, así como de la de protección del centro de transformación

#### **Criterios de Medición**

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, 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.

### **3.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Todas las normas de construcción e instalación de la planta se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan en proyecto, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de EDISTRIBUCIÓN.

### **3.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

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

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

### **3.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**

#### **Programa de mantenimiento**

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

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

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

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

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

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

#### **Medidas de seguridad**

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

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.

### **3.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN**

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de instalación emitido por empresa instaladora en líneas de alta tensión.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

## **4 LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN**

### **4.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES**

#### **Condiciones Generales**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente siempre y cuando reúnan las condiciones especificadas en proyecto.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en la memoria y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, 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.

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.

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.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

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.

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 primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigentes en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

**Conductores**

Serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE-EN 50182 y resto de normativa vigente.

**Aisladores**

El tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

**Apoyos**

Serán los que figuran en proyecto. Todos los apoyos serán metálicos galvanizados por inmersión en caliente, de estructura soldada y atornillada. Tendrán la resistencia adecuada al esfuerzo que haya de soportar.

**Crucetas**

Serán los que figuran en proyecto. Serán metálicas, galvanizadas por inmersión en caliente.

**Seccionadores**

Serán los que figuran en proyecto.

**Cortacircuitos**

Serán los que figuran en proyecto.

**Placas de señalización**

Todos los apoyos llevarán instalado una placa de señalización de riesgo eléctrico tipo CE 14, situada a una altura visible y legible desde el suelo, pero sin acceso directo desde el mismo, con una distancia mínima de 2 metros. En las zonas frecuentadas o de pública concurrencia, se colocarán 2 placas.

**Tomas de Tierra.**

Se realizará según se indica en proyecto.

Para la toma de tierra de los apoyos se adopta el sistema de electrodos de difusión. Dichos electrodos (picas) se conectarán entre sí y al apoyo, estando separados uno de otro vez y media, como mínimo, de la longitud de uno de ellos, siendo el material conductor de tierra de cobre, que se conectará a la parte metálica del apoyo a través de un conductor de cobre.

El extremo superior del electrodo, quedará al menos a 0,50 m. por debajo de la superficie del terreno

**Criterios de Medición**

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, 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.

Los cables se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

## 4.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación de la planta se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de EDISTRIBUCIÓN.

## 4.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

La aparatenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.

## 4.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

### Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno. En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

### Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

## 4.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de instalación emitido por empresa instaladora en líneas de alta tensión.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

## 5 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN 20 KV

### 5.1 DISPOSICIONES GENERALES

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

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

#### 5.1.1 Condiciones facultativas legales

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

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- e) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- f) Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

#### 5.1.2 Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "f" del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

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

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

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

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

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

### 5.1.3 Seguridad pública

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

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

## 5.2 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

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

### 5.2.1 Datos de la obra

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

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

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

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

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

### 5.2.2 Replanteo de la obra

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

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

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

### 5.2.3 Mejoras y variaciones del proyecto

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

### 5.2.4 Recepción del material

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

### 5.2.5 Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

### 5.2.6 Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

#### 5.2.7 Subcontratación de las obras

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

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

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

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

#### 5.2.8 Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

#### 5.2.9 Recepción provisional

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

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

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

#### 5.2.10 Periodos de garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

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

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

#### 5.2.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA.

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

#### 5.2.12 PAGO DE OBRAS.

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

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

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

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

#### 5.2.13 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

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

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

### **5.3 DISPOSICIÓN FINAL**

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

## 6 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

### 6.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

#### Condiciones Generales

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente siempre y cuando reúnan las condiciones especificadas en proyecto.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en la memoria y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, 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.

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.

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.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

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.

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 primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

#### Obra civil

El Centro estará ubicado en una construcción prefabricada independiente destinada únicamente a esta finalidad. Será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltura metálica según norma UNE-EN 62271-200. Según la Memoria del presente proyecto, tendrá las siguientes características:

- Facilidad de instalación: La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.
- Material: El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es

hormigón armado

- Equipotencialidad: 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. Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.
- Impermeabilidad: Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguardo directamente al exterior desde su perímetro.
- Grados de protección: Se especifican en proyecto de forma detallada. Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía. Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía. Eléctrica.

### **Aparamenta de Alta Tensión**

#### **CELDAS**

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

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 deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. 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.

\*\* Características constructivas.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envoltorio metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

a) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF6 y sellado de por vida según se define EN UNE-EN 62271-200. 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).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serán canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

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.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimento del juego de barras.

Sus detalles se indican en proyecto.

- c) 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.
- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

- d) Compartimento de mandos.

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 los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

- e) 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.

\*\* Características eléctricas.

- Tensión nominal 36 kV.
- Nivel de aislamiento:
  - a) a la frecuencia industrial de 50 Hz 70 kV ef.1mn.
  - B) a impulsos tipo rayo 170 kV cresta.
- Intensidad nominal funciones línea 400 A.
- Intensidad nominal funciones int.aut. 400 A
- Intensidad nominal función ruptofusible 400 A.
- Intensidad de corta duración admisible 16 kA ef. 1s.
- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito 40 kA cresta.

\*\* Interruptores-seccionadores.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), a fin de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

El interruptor deberá ser capaz de soportar al 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma UNE-EN 60265.\*\* Cortacircuitos-fusibles.

En el caso de utilizar protección ruptofusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en proyecto. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

\*\* Puesta a tierra.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre, conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

TRANSFORMADORES.

Los transformadores a instalar serán trifásicos, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, y demás características detalladas en la memoria.

EQUIPOS DE MEDIDA.

El equipo de medida de la energía de la planta solar se detalla en la Memoria del presente proyecto.

CABLEADO.

Para el cableado se tendrá en cuenta lo establecido en la ITC-BT-40, y la tabla 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523.

Las características de todos los cables son las descritas en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora.

### **Puesta a Tierra**

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del Documento nº 2 de este proyecto.

TIERRAS INTERIORES.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

## **6.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de EDISTRIBUCIÓN.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

### **6.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

La aparatenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

### **6.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**

Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro (uso, maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales indicadas en el 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.

\* PREVENCIÓNES GENERALES.

1) Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

2) Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

3) En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

4) No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

5) No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

6) Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

7) En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

\* PUESTA EN SERVICIO.

8) Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

9) Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

\* SEPARACIÓN DE SERVICIO.

10) Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11) Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12) Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartamenta y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.

13) La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

\* PREVENCIÓNES ESPECIALES.

14) No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

15) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite o silicona) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.

16) Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

## 6.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de instalación emitido por empresa instaladora en líneas de alta tensión.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.

- Contrato de mantenimiento.
- Copia de ensayos del transformador.
- Copia de la Declaración de conformidad de los equipos y aparatos de la instalación eléctrica.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

**Libro de órdenes**

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

## **7 RECEPCIONES DE LA INSTALACIÓN**

### **7.1 RECEPCIONES PROVISIONALES**

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

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor, del Ingeniero y del Ingeniero Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

### **7.2 DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA**

El Ingeniero Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

### **7.3 MEDICIÓN DEFINITIVA Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

## **7.4 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

## **7.5 DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA**

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de la obra y quedarán sólo subsistentes todas responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

## **7.6 PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA**

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero-Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquéllos, podrá resolverse el contrato con pérdidas de la fianza.

Madrid, noviembre de 2020

El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Ginés Martínez Pérez

Nº colegiado:1280, COGITI Albacete

# **DOCUMENTO N°5. PRESUPUESTO**

**MEDICIÓN**

<b>Código Nat</b>	<b>Ud</b>	<b>Resumen</b>	<b>CanPres</b>	<b>PrPres</b>	<b>ImpPres</b>
<b>01</b>	<b>Capítulo</b>	<b>VALLADO DE PARCELA</b>	<b>1,00</b>	<b>6.548,82</b>	<b>6.548,82</b>
01.01	Partida	ml VALLA MALLA METALICA T.T.8x10 Enrejado de malla metálica de simple torsión 8x10, de alambre galvanizado, en protección de superficies disgregadas, sujeto mediante anclajes cada metro, con postes tubulares de 40 y 48 mm. de diámetro y espesor de 1,5 mm con tapón metálico, protección de aguas, incluso valla cinética de 25 cm. de altura en su parte inferior, totalmente instalado.	469,00	13,18	6.181,42
01.02	Partida	ud PUERTA 4,00x2,00 40/14 STD Puerta de 2 hojas de 4,00x2,00 m. para cerramiento exterior, con bastidor de tubo de acero laminado en frío de 40x40 mm. y malla S/T galvanizada en caliente 40/14 STD, i/herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra.	1,00	367,40	367,40
			1,00	6.548,82	6.548,82
<b>02</b>	<b>Capítulo</b>	<b>EQUIPOS (ESTRUCTURA, MODULOS, INVERSORES)</b>	<b>1,00</b>	<b>305.350,14</b>	<b>305.350,14</b>
02.01	Partida	Ud ESTRUCTURA FIJA PVH (2x8) Estructura fabricada, en configuración de mesas de 2Vx8 en acero galvanizado y/o aluminio, hinca de longitud adecuada según pull out test.	86,00	559,34	48.103,24 0,00
02.02	Partida	Ud ESTRUCTURA FIJA PVH (2x6) Estructura fabricada, en configuración de mesas de 2Vx6 en acero galvanizado y/o aluminio, hinca de longitud adecuada según pull out test.	86,00	460,38	39.592,68 0,00
02.03	Partida	Ud MÓDULO FOTOVOLTAICOS SERAPHIM SRP-410-BMA-BG, 410Wp Módulo Fotovoltaico marca Seraphim modelo SRP-410-BMA-BG de 410 Wp de potencia pico, constituido por 144 células de silicio monocristalino de alta eficiencia; Dimensiones 2039x1002x5,5 mm y peso 24 kg; sin marco, incluyendo diodos de derivación, incluso transporte a obra.	2.408,00	81,59	196.468,72
02.04	Partida	Ud INVERSOR HUAWEI SUN2000-185KTL-H1 Inversor de string marca HUAWEI modelo SUN2000-185KTL-H1 de 175 kW de potencia nominal, con grado de protección IP66, con rendimiento europeo 98,69%, preparado para trabajar de -25°C a +60°C, equipado con todas las funciones de gestion de red, incluso transporte de fábrica a obra.	5,00	4.237,10	21.185,50
			1,00	305.350,14	305.350,14

03		Capítulo	OBRA CIVIL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1,00	4.123,55	4.123,55
03.01	Partida	m	<b>ZANJA TIPO 1</b> , para líneas DC/AC/SSAA/Comunicaciones  Obra civil para canalización tipo T1, entre filas de módulos, en montaje enterrado, con zanja de dimensiones mínimas 60 cm de ancho y 77 cm de profundidad, incluyendo excavación, asiento con una solera de limpieza de unos 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se dispondrán tres tubos de 80 mm y uno de 110mm de diámetro de material termoplástico para comunicaciones, posterior relleno con una capa de 0,10m de espesor de arena. Posteriormente se tenderá una capa de 0,28 m de espesor de tierra procedente de la excavacion y tierras de prestamo apisonada por medios manuales y mecánicos, colocación de dos bandas de señalización, posterior relleno con capa de tierra de 0,20m.	55,00	18,89	1.038,95
03.03	Partida	m	<b>ZANJA TIPO 2.1</b> , para líneas DC/AC/SSAA/Comunicaciones  Obra civil para canalización <b>tipo 2.1</b> , entre filas de módulos que conecta la zanja tipo 1 con la 2.2, en montaje enterrado, con zanja de dimensiones mínimas 60 cm. de ancho y 92 cm. de profundidad, incluyendo excavación, asiento con una solera de limpieza de unos 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se dispondrán 4 líneas de cable que van del inversor al trafo, relleno con otra capa de arena con un espesor de 0,10 m, a continuación se dispondrán tres tubos de 80 mm y uno de 110mm de diametro de material termoplástico,posterior relleno con una capa de 0,10m de espesor de arena. Posteriormente se tenderá una capa de 0,28 m de espesor de tierra procedente de la excavacion y tierras de prestamo apisonada por medios manuales y mecánicos, colocación de dos bandas de señalización, posterior relleno con capa de tierra de 0,20m. Este tipo de zanja conectará los inversores con centro de transformación.	100,00	17,99	1.799,00
03.04	Partida	m	<b>ZANJA TIPO 2.2</b> , para líneas DC/AC/SSAA/Comunicaciones  Obra civil para canalización <b>tipo 2.2</b> , entre filas de módulos que conectará la zanja tipo 2.1 con la tipo 2.3, en montaje enterrado, con zanja de dimensiones mínimas 60 cm. de ancho y 107 cm. de profundidad, incluyendo excavación, asiento con una solera de limpieza de unos 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se dispondrán 8 líneas de cable que van del inversor al trafo, relleno con otra capa de arena con un espesor de 0,10 m, a continuación se dispondrán tres tubos de 80 mm y uno de 110mm de diametro de material termoplástico,posterior relleno con una capa de 0,10m de espesor de arena. Posteriormente se tenderá una capa de 0,28 m de espesor de tierra procedente de la excavacion y tierras de prestamo apisonada por medios manuales y mecánicos, colocación de dos bandas de señalización, posterior relleno con capa de tierra de 0,20m. Este tipo de zanja conectará los inversores con centro de transformación.	10,00	20,25	202,50
03.05	Partida	m	<b>ZANJA TIPO 3</b> , para LSMT  Obra civil para canalización <b>tipo T3</b> desde el CpyM hasta la línea aérea de media tensión, desde la línea aérea de media tensión hasta el centro de seccionamiento, y desde el centro de seccionamiento hasta el apoyo nº 1, con dimensiones mínimas de 60 cm de ancho y 85 cm de profundidad, incluyendo excavación, asiento con una solera de limpieza de unos 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se dispondrán dos tubos de material termoplástico de diámetro 160 mm. Posteriormente se tenderá una capa de 0,44 m de espesor de tierra procedente de la excavacion y tierras de prestamo apisonada por medios manuales y mecánicos, colocación de dos bandas de señalización, posterior relleno con capa de tierra de 0,20m.	35,00	23,00	805,00
03.06	Partida	ud	<b>ARQUETA REGISTRABLE PREF. HM 60x60x40cm</b>  Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 60x60x40cm, completa: con tapa y marco de fundición y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares,incluso formación de pendientes exteriores con hormigón,sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.	3	92,7	278,1
				1,00	4.123,55	4.123,55

04	Capítulo	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1000 kVA	1,00	42.018,63	42.018,63
04.01	Partida	ud OBRA CIVIL	1,00	9.076,13	9.076,13
		Ud. Edificio de hormigón compacto modelo EHC-6T1D , de dimensiones exteriores 6.440 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., incluyendo su transporte y montaje.	1,00	7.793,12	7.793,12
		Ud. Excavación de un foso de dimensiones 3.500 x 7.000 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC6, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 530 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	1,00	1.019,71	1.019,71
		Suplemento por ampliación de la cuba del transformador hasta 1000 litros.	1,00	263,30	263,30
04.02	Partida	ud APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN	1,00	14.050,00	14.050,00
		Ud. Cabina de interruptor de línea Schneider Electric gama SM6, modelo IM, referencia SIM16, con interruptor-seccionador en SF6 de 400A con mando CIT manual, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar e indicadores testigo presencia de tensión instalados.	1,00	1.650,00	1.650,00
		Ud. Cabina ruptofusible Schneider Electric gama SM6, modelo QM, referencia JLSQM16BD, con interruptor-seccionador en SF6 con mando CI1 manua, con bobina de apertura, Kit de referencia KITPFNQM24 compuesto por cajón de BT y relé de protección indirecta, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t., indicadores presencia de tensión y enclavamientos instalados.	1,00	8.000,00	8.000,00
		Ud. Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, referencia SGB2C3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, entrada y salida por cable seco, según características detalladas en memoria, instalados.	1,00	4.400,00	4.400,00
04.03	Partida	ud TRANSFORMADORES	1,00	11.881,86	11.881,86
		Ud. Transformador reductor de llenado integral, marca Schneider Electric, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma UNE 21428 y UE 548/2014 de ecodiseño). Potencia nominal: 1000 kVA. Relación: 20/0.8 kV. Tensión secundaria vacío: 800 V. Tensión cortocircuito: 6 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%, +10%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: TRFAC1000-24	1,00	9.900,00	9.900,00
		Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	1,00	400,00	400,00
		Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 3x240mm2 para las fases y de 2x240mm2 para el neutro y demás características según memoria.	1,00	1.500,00	1.500,00
		Ud. Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.	1,00	81,86	81,86
04.04	Partida	ud EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN	1,00	4.000,00	4.000,00
		Ud. Cuadro contador tarifificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.	1,00	4.000,00	4.000,00
04.05	Partida	ud SISTEMA DE TIERRAS	1,00	1.886,75	1.886,75
		Ud. de tierras exteriores código 5/62 Unesa, incluyendo 6 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	1,00	639,68	639,68
		Ud. de tierras exteriores código 40-30/5/42 Unesa, incluyendo 4 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	1,00	556,61	556,61
		Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm2 de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	1,00	690,46	690,46

04.06	Partida	ud	VARIOS	1,00	1.123,89	1.123,89
			Ud. Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado.	2,00	242,23	484,46
			Ud. Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	1,00	242,23	242,23
			Ud. Sistema fijo de detección y extinción de incendios según características indicadas en memoria para el conjunto del centro de transformación, con plano detallado e instrucciones de funcionamiento, pruebas y mantenimiento, instalado.	1,00	110,00	110,00
			Ud. Banqueta aislante para maniobrar apartamenta.	2,00	132,19	264,38
			Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	1,00	11,41	11,41
			Ud. Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	1	11,41	11,41
				1,00	<b>42.018,63</b>	<b>42.018,63</b>

05	Capítulo	CENTRO DE SECCIONAMIENTO		1,00	50.659,15	50.659,15
05.01	Partida	ud	OBRA CIVIL	1,00	6.600,47	6.600,47
			Ud. Edificio de hormigón modular modelo ECS-36 , de dimensiones exteriores 2.500 x 1.610 y altura vista 2.750 mm., incluyendo su transporte y montaje.	1,00	6.055,95	6.055,95
			Ud. Excavación de un foso de dimensiones 3.100 x 2.910 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto ECS36, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 550 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	1,00	544,52	544,52
05.02	Partida	ud	EQUIPO MT	1,00	36.916,03	36.916,03
			Ud. Compacto Schneider Electric gama FLUSARC 36, modelo FLUSARC (3L), con extensibilidad a la derecha, referencia FSC3LSE/DE con 3 Ud. de controlador de línea (SEPAM S40) con telemando ENDESA, inmerso en atmósfera de hexafluoruro de azufre, para tres funciones de línea de 400 A motorizadas, según las características detalladas en memoria.	1,00	36.916,03	36.916,03
05.03	Partida	ud	ARMARIO COMUNICACIONES	1,00	5.842,50	5.842,50
			Ref. ACOMSTAR. Armario de comunicaciones ACOMSTAR con cubierta transparente equipado con magnetotérmico tetrapolar, bornas seccionables, auxiliares y router GPRS modelo 4DRN instalado.	1,00	5.842,50	5.842,50
05.04	Partida	ud	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	1,00	645,79	645,79
			Ud. de tierras exteriores código 40-30/5/42 Unesa, incluyendo 4 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	1,00	645,79	645,79
05.05	Partida	ud	GESTION CON CRD Y ENDESA	1,00	654,36	654,36
			Ref. GESTAR. Gestión con CRD (instaladora autorizada) y ENDESA para el seguimiento de la realización del replanteo y seguimiento de la realización del estudio de cobertura. Carga en fábrica de programación en equipos.	1,00	654,36	654,36
				1,00	<b>50.659,15</b>	<b>50.659,15</b>

<b>06 Capítulo</b>			<b>INSTALACIÓN EVACUACIÓN ALTA TENSIÓN</b>	<b>1,00</b>	<b>13.264,10</b>	<b>13.264,10</b>
06.01	Partida	ml	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN	1,00	1.832,58	1.832,60
		ml	Suministro y tendido de Línea de Media Tensión enterrada formada por tres conductores de aluminio, unipolar, con aislamiento de etileno propileno reticulado, para 12/20KV, tipo HEPRZ1 de 3x95mm <sup>2</sup> , con parte proporcional de medios auxiliares, empalmes, maceado de cables y pruebas de rigidez dieléctrica	19,00	22,32	424,08
			Suministro y tendido de Línea de Media Tensión enterrada formada por tres conductores de aluminio, unipolar, con aislamiento de polietileno reticulado, para 18/30KV, tipo RHZ1 de 3x240mm <sup>2</sup> , con parte proporcional de medios auxiliares, empalmes, maceado de cables y pruebas de rigidez dieléctrica	50,00	28,17	1.408,50
06.02	Partida	ud	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSION	1,00	11.431,50	11.431,50
		Ud	Nuevo apoyo doble conversión A/S C-4500-22. Curcetas de 2 m de longitud, aisladores poliméricos, seccionadores unipolares. PAT de elementos de maniobra y apoyo con antiescala y losa. Incluye trabajos de adecuación de las instalaciones existentes y nuevo vano LA-56,	1,00	11.431,50	11.431,50
				<b>1,00</b>	<b>13.264,10</b>	<b>13.264,10</b>
<b>07 Capítulo</b>			<b>INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN (CORRIENTE ALTERNA)</b>	<b>1,00</b>	<b>1.404,30</b>	<b>1.404,30</b>
07.01	Partida	ml	INTERCONEXIÓN INVERSOR STRING CON PROTECCIONES	310,00	4,53	1.404,30
			Cable unipolar de aluminio de 3x95mm <sup>2</sup> RZ1(S)AI de tensión asignada 0,6/1kV, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefinas. Incluso conexionado.	1,00	1.404,30	1.404,30
<b>08 Capítulo</b>			<b>INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN (CORRIENTE CONTINUA)</b>	<b>1,00</b>	<b>8.829,21</b>	<b>8.829,21</b>
08.01	Partida	ml	INTERCONEXIÓN MÓDULOS-STRING INVERTER	8.281,00	1,05	8.695,05
			Cable unipolar de cobre de 4 mm <sup>2</sup> solar PV-ZZ-F de tensión asignada 1500Vdc, flexibilidad clase 5 con aislamiento de goma libre de halógenos tipo E16 y cubierta de goma ignífuga tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Incluso conexionado.			
08.02	Partida	ud	CONECTORES MC-4	172,00	0,78	134,16
			UD, MULTICONTACT STRING CONECTORES MC-4 for 4mm <sup>2</sup> (pares +/-). multicontact MC-4 for connection of strings using Cu Solar 4mm <sup>2</sup> cable or similar.	1,00	8.829,21	8.829,21

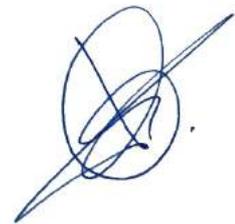
09			Capítulo	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	1,00	1.496,15	1.496,15
09.01	Partida	ud	UD.TIERRAS. HV07V-R 1x16 mm <sup>2</sup> Cu.		152,00	2,57	390,64
			SUMINISTRO, HV07V-R 1x16 mm <sup>2</sup> Cu. Suministro y conexión entre las mesas de la estructura de soporte de los módulos fotovoltaicos con enrutamiento del cable H07V-R 1x16mm <sup>2</sup> (aislamiento verde y amarillo) con una longitud promedio de 0,5m y conexión a través de tornillos, tuercas y arandelas. Todas las operaciones deben estar respaldadas por todos los materiales y elementos necesarios para la correcta ejecución de la tarea de acuerdo con los dibujos y las especificaciones.				
09.02	Partida	ud	UD.TIERRAS. HV07V-R 1x35 mm <sup>2</sup> Cu.		5,00	6,78	33,90
			Cable H07V-R 1x35mm <sup>2</sup> (aislamiento verde y amarillo) con una longitud promedio de 2,5 m desde los inversores de string mediante conexión con abrazaderas de Cu al conductor de tierra de Cu enterrado en la zanja.				
09.03	Partida	ud	UD.TIERRAS. HV07V-R 1x35 mm <sup>2</sup> Cu.		20,00	6,78	135,60
			Cable H07V-R 1x50mm <sup>2</sup> (aislamiento verde y amarillo) con una longitud promedio de 2,5 m y conexión con abrazaderas de Cu al conductor de tierra de Cu para la conexión de la estructura con el conductor de tierra que va enterrado en la zanja en el fondo de la zanja.				
09.04	Partida	ml	MLTIERRAS. 1x50 mm <sup>2</sup> Cu.		188,00	3,86	725,68
			Cable 1x50mm <sup>2</sup> desnudo trenzado, enterrado en el fondo de la zanja según planos. Para establecer la red de tierras, se conectará con abrazaderas y terminales de Cu a la red del CT y de los inversores y estructura. Se garantizará la interconexión y la equipotencialidad de todas las piezas metálicas en la planta fotovoltaica. Todas las operaciones deben estar respaldadas por todos los materiales y elementos necesarios para la correcta ejecución de la tarea.				
09.05	Partida	Ud	PICA DE COBRE		9,00	23,37	210,33
			Pica 200/14,3 cm de aluminio cobrizado para p.a.t. totalmente instaladas y unidas mediante soldadura Cadwell con el cable de tierra principal.				
					1,00	1.496,15	1.496,15
10			Capítulo	INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES	1,00	387,16	387,16
10.01	Partida	Ud	Cuadro General de Mando y Protección		1,00	387,16	387,16
10.02	Partida	ml	Suministro e instalación de cuadro de BT para servicios auxiliares de la planta ubicado en CT, indicado en el esquema unificar del proyecto, incluye todos los elementos de protección, la envolvente, totalmente cableado e instalado. Incluye transformador de 10 kVA 0,8/0,4 V.				
					1,00	387,16	387,16

<b>11 Capítulo SEGURIDAD Y SALUD</b>			<b>1,00</b>	<b>1.280,28</b>	<b>1.280,28</b>
11.01	Partida	Ud PROTECCIONES INDIVIDUALES	1,00	958,54	958,54
		Cascos de seguridad homologados	10,00	11,22	112,20
		Caretas de seguridad para soldadores eléctricos	10,00	6,01	60,10
		Elementos de seguridad para soldador eléctrico	10,00	8,56	85,60
		Gafas antipolvo e impacto	10,00	6,25	62,50
		Gafas soldadura autógena	1,00	7,40	7,40
		Cinturones de seguridad	2,00	30,10	60,20
		Monos de Trabajo	10,00	8,70	87,00
		Par de guantes para soldar	5,00	8,40	42,00
		Pares de guantes de cuero	10,00	4,15	41,50
		Pares de guantes dieléctricos para baja tension	5,00	21,00	105,00
		Par de guantes de protección eléctrica para AT	2,00	40,07	80,14
		Par de botas aislantes	10,00	21,49	214,90
11.02	Partida	Ud PROTECCIONES COLECTIVAS	1,00	1,74	1,74
		Carteles indicadores de riesgo	1,00	1,74	1,74
11.03	Partida	Ud MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	1,00	120,00	120,00
		Botiquín de obra para primeros auxilios completamente equipado y reposición de material sanitario durante el transcurso de la obra.	1,00	120,00	120,00
11.04	Partida	Ud INSTALACION DE HIGIENE Y BIENESTAR	1,00	200,00	200,00
		Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos, vestuario y oficina, de dimensiones 6,00x2,40x2,30 m	1,00	200,00	200,00
			1,00	<b>1.280,28</b>	<b>1.280,28</b>
<b>12 Capítulo INSTALACIÓN DE SEGURIDAD</b>			<b>1,00</b>	<b>3.505,50</b>	<b>3.505,50</b>
12.01	Partida	INTRUSIÓN	1,00	3.505,50	3.505,50
		Partida Alzada de Sistema de seguridad antirrobo			
			1,00	<b>3.505,50</b>	<b>3.505,50</b>
<b>13 Capítulo SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES</b>			<b>1,00</b>	<b>7.923,44</b>	<b>7.923,44</b>
13.01	Partida	SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES	1,00	7.923,44	7.923,44
	ud	Partida Alzada de Sistema de control y comunicaciones	1,00	6.790,00	6.790,00
	ml	Cable comunicación RS485	224,00	5,06	1.133,44
			1,00	<b>7.923,44</b>	<b>7.923,44</b>
<b>14 Capítulo MONTAJE DE EQUIPOS</b>			<b>1,00</b>	<b>17.265,30</b>	<b>17.265,30</b>
14.01	Partida	MONTAJE DE EQUIPOS	1,00	17.265,30	17.265,30
		Montaje de módulos, inversores y estructura fija. Incluye descarga de materiales en obra, grúas y medios auxiliares.			
			1,00	<b>17.265,30</b>	<b>17.265,30</b>

RESUMEN DEL PRESUPUESTO			
Capítulo	Resumen	Importe	%
01	VALLADO DE PARCELA	6.548,82	1,41
02	EQUIPOS (ESTRUCTURA, MODULOS, INVERSORES)	305.350,14	65,80
03	OBRA CIVIL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	4.123,55	0,89
04	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	42.018,63	9,05
05	CENTRO DE SECCIONAMIENTO	50.659,15	10,92
06	INSTALACIÓN EVACUACIÓN ALTA TENSIÓN	13.264,10	2,86
07	INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN (CORRIENTE ALTERNA)	1.404,30	0,30
08	INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN (CORRIENTE CONTINUA)	8.829,21	1,90
09	PUESTA A TIERRA	1.496,15	0,32
10	INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES ILUMINACIÓN	387,16	0,08
11	SEGURIDAD Y SALUD	1.280,28	0,28
12	INSTALACIÓN DE SEGURIDAD	3.505,50	0,76
13	SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES	7.923,44	1,71
14	MONTAJE EQUIPOS	17.265,30	3,72
	<b>Presupuesto de Equipos</b>	<b>305.350,14</b>	
	<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>158.705,59</b>	
	13% Gastos generales	20.631,73	
	6% Beneficio industrial	9.522,34	
	<b>Presupuesto base sin IVA</b>	<b>494.209,80</b>	
	21% IVA	103.784,06	
	<b>Total presupuesto general</b>	<b>597.993,85</b>	

Madrid, noviembre de 2020

El Ingeniero Técnico Industrial



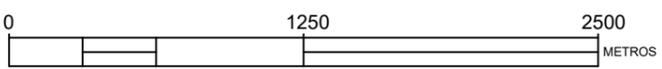
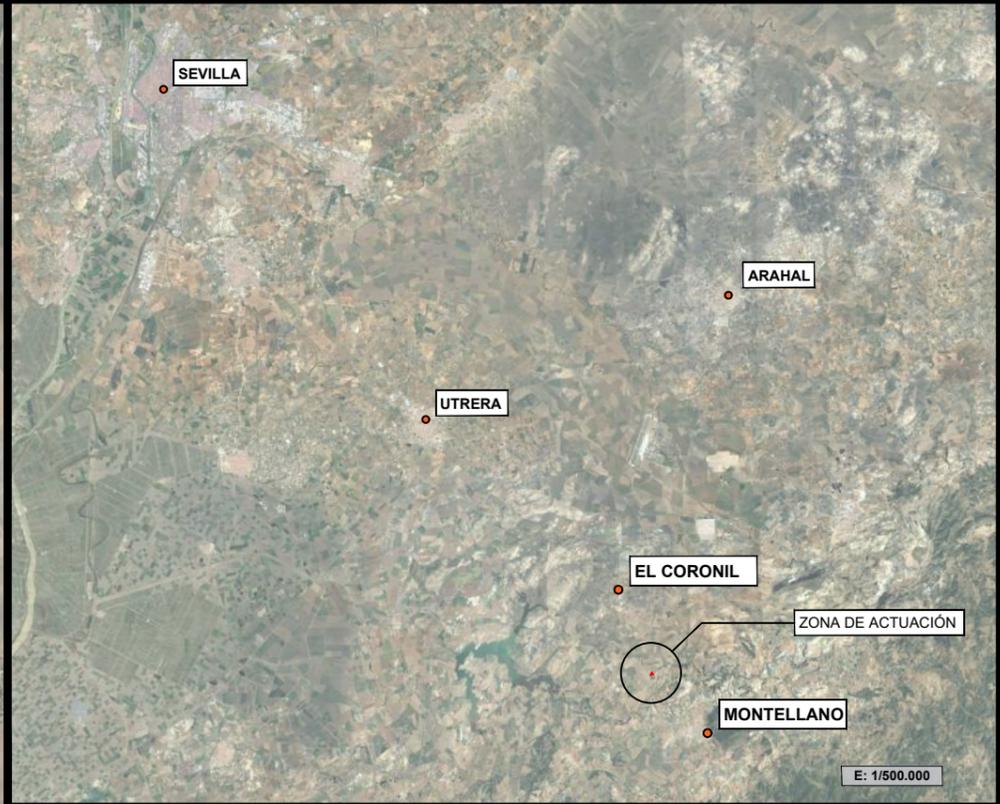
Fdo.: Ginés Martínez Pérez

Nº colegiado:1280, COGITI Albacete

## **DOCUMENTO N°6. PLANOS**

## ÍNDICE

- 1.G.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
- 1.G.2. PLANTA GENERAL
- 2.CW.1. PLANO DE ZANJAS
- 2.CW.2. DETALLE DE ZANJAS
- 4.E.1. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
- 4.E.2. PLANTA DE INSTALACIÓN DC
- 4.E.3. PLANTA DE INSTALACIÓN AC
- 4.E.4. ESQUEMA UNIFILAR
- 4.E.6. ESQUEMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES
- 4.E.7. DETALLE DEL CONEXIONADO
- 4.E.8. PLANTA DE MEDIA TENSIÓN
  - 4.E.8.1 PLANTA Y PERFIL MT
  - A.E.8.2 DETALLE ENTRONQUE A/S
  - 4.E.8.3 DETALLE AISLADORES MT
  - 4.E.8.4 DETALLE CRUCETAS
  - 4.E.8.5 DETALLE PUESTA A TIERRA MT
  - 4.E.8.6 DETALLE CIMENTACIÓN MT
  - 4.E.8.7. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1000 kVA
  - 4.E.8.9. CENTRO DE SECCIONAMIENTO
  - 4.E.8.10 FOSO CENTRO DE SECCIONAMIENTO
  - 4.E.8.12. ESQUEMA UNIFILAR MT



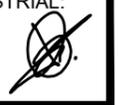
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
30/10/2020	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	0

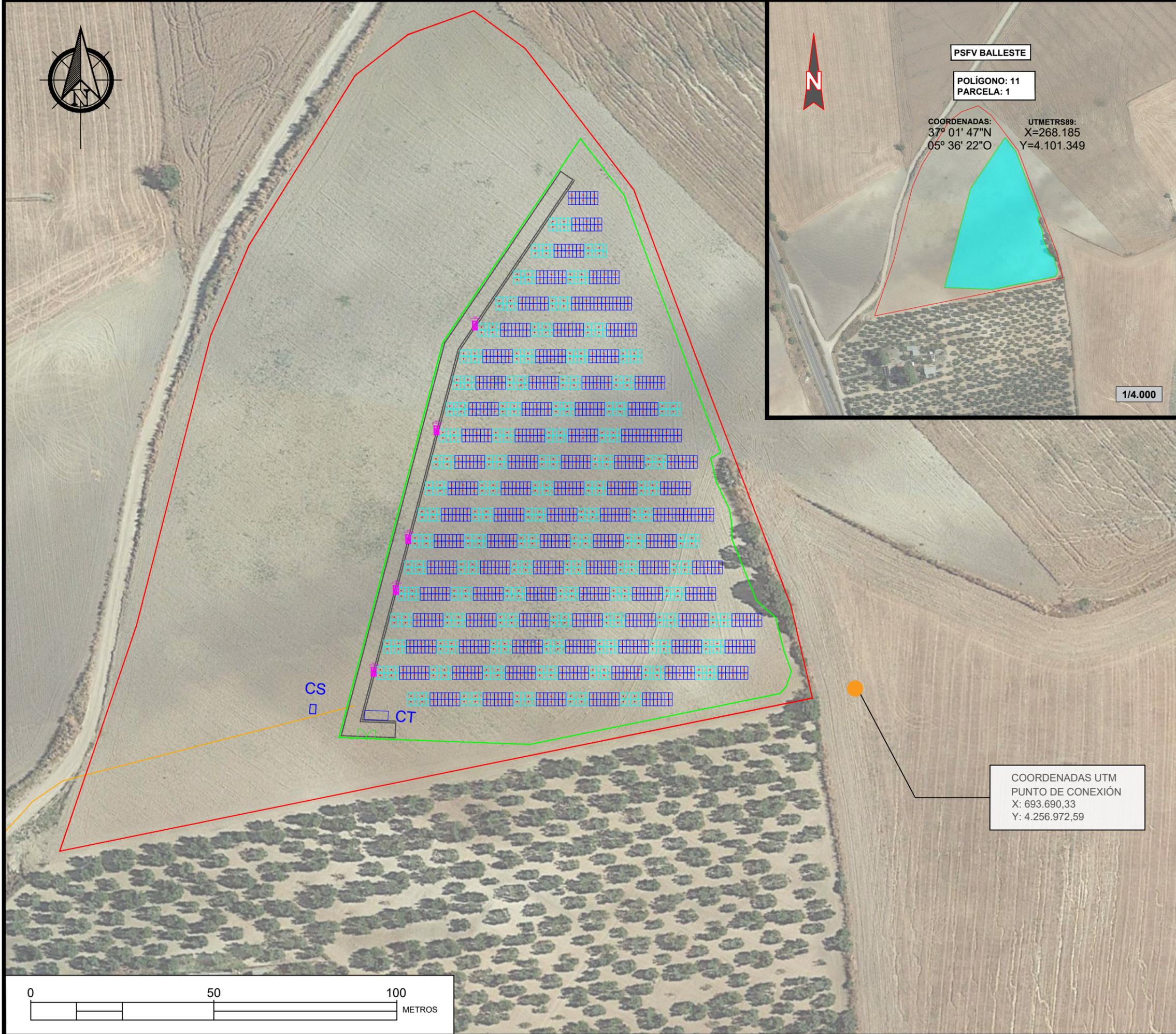
	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
 EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>1.G.1</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>1/30000</b>
DISEÑADO POR:	JAMG
PR.MANAGEMENT:	INGENIERO TÉCN. INDUSTRIAL: Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280





PSFV BALLESTE

POLÍGONO: 11  
PARCELA: 1

COORDENADAS:  
37° 01' 47"N  
05° 36' 22"O

UTMETRS89:  
X=268.185  
Y=4.101.349

1/4.000

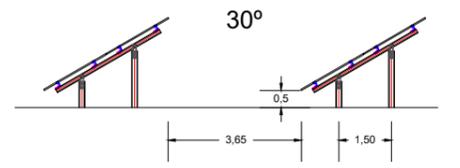
COORDENADAS UTM  
PUNTO DE CONEXIÓN  
X: 693.690,33  
Y: 4.256.972,59

**LEYENDA**

- LÍMITE DE CONTORNO
- VALLADO
- CAMINO
- 16 x SRP-410-BMA-BG, 410 Wp
- 12 x SRP-410-BMA-BG, 410 Wp
- 5 x HUAWEI SUN2000-185KTL-H1
- APOYO DE PUNTO DE CONEXIÓN  
X: 693.690,33  
Y: 4.256.972,59

Nº Módulos: 2.408  
Potencia módulo: 410 Wp  
Potencia instalada: 987.280 Wp  
Potencia nominal inversor: 175.000 Wn  
Potencia nominal instalación: 875.000 Wn  
Superficie útil: 1.19 hectáreas

**ESTRUCTURA**



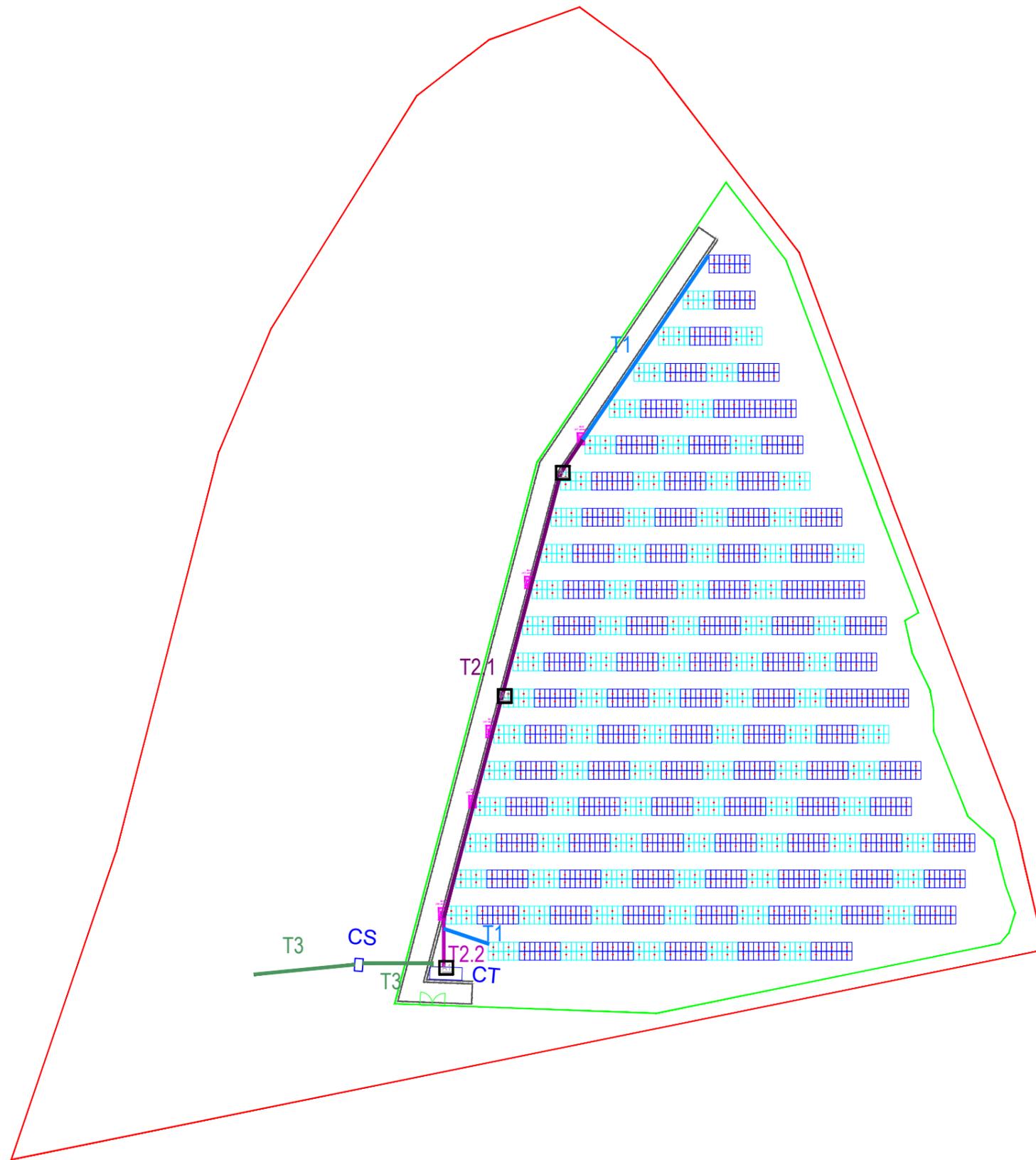
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
30/10/2020	GENERAL LAYOUT	0

	COORDENADAS: 37°01'47"N 05° 36' 22"O	UTM/ETRS89: X=268.185 Y=4.101.349
--	--	---

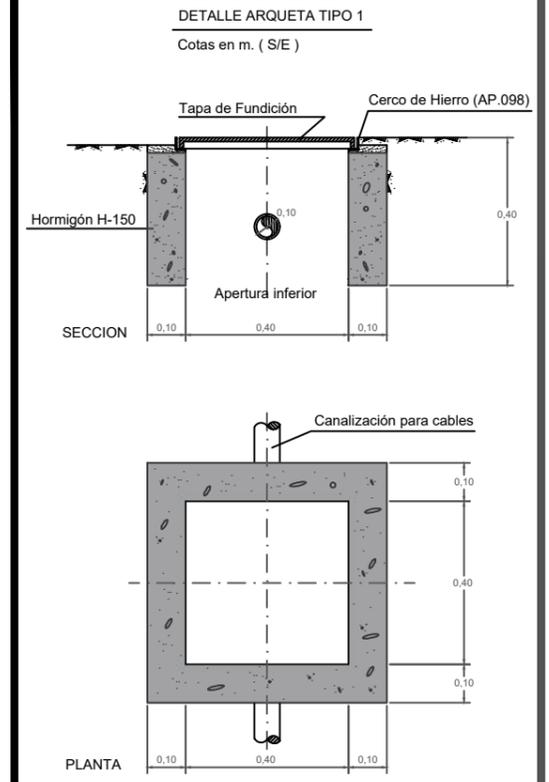
PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**GENERAL LAYOUT**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>1.G.2</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>1/1000</b>
DISEÑO POR: JAMG	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL:
PR.MANAGEMENT: TMG	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280



LEYENDA	
	Línea de propiedad
	Vallado
	Camino
	Mesa fija de paneles fotovoltaicos (7x2 + 6x2)
	Puerta
	Inversor de string
	Centro de transformación
	Centro de seccionamiento
	Apoyo de conexión a red



LEYENDA ZANJAS			
	TIPO 1		TIPO 2.1
	TIPO 2.2		TIPO 3
	Arqueta tipo 1		

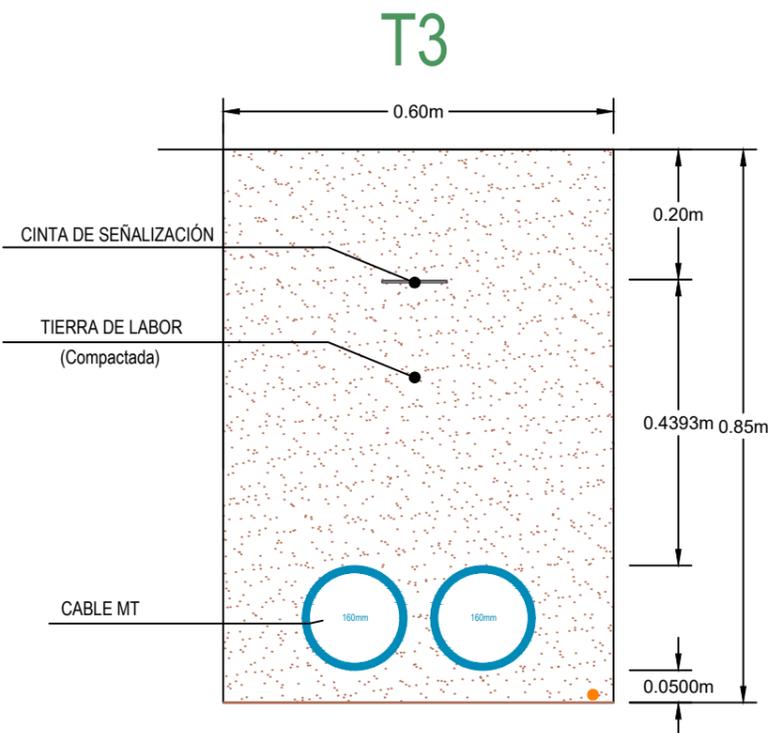
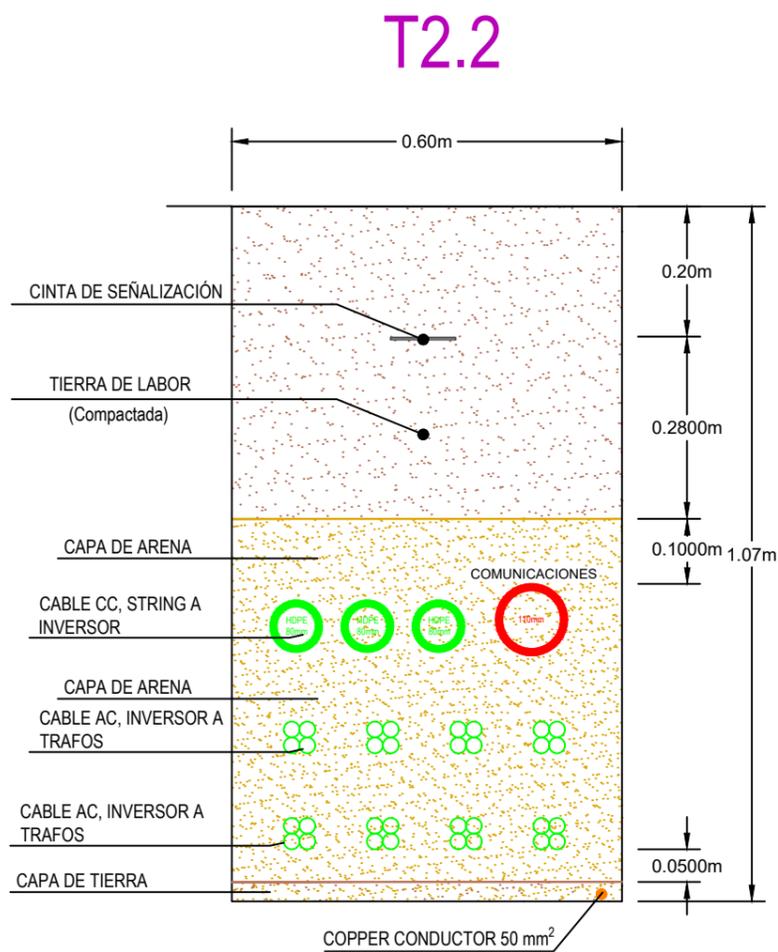
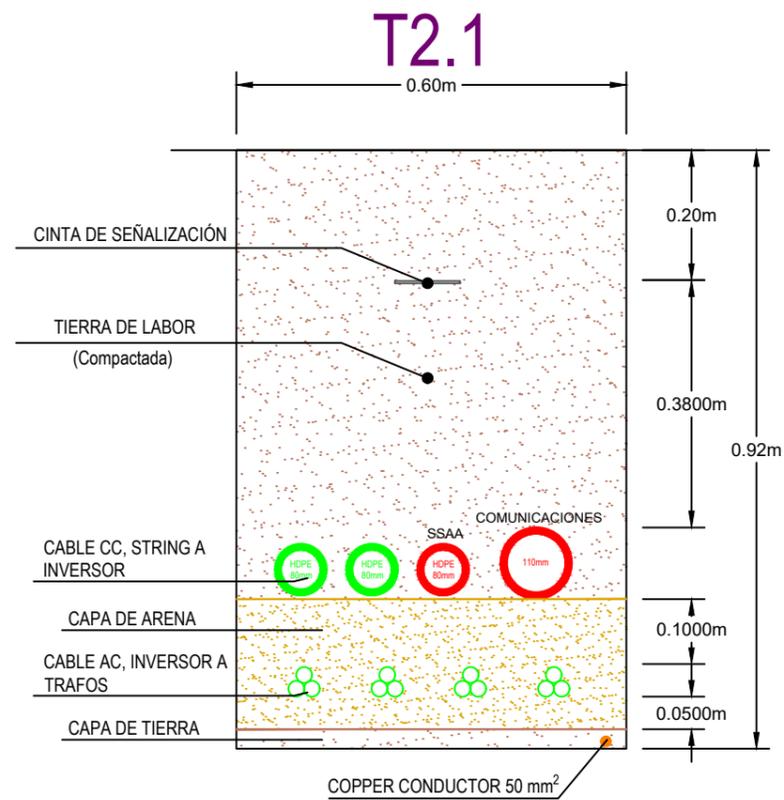
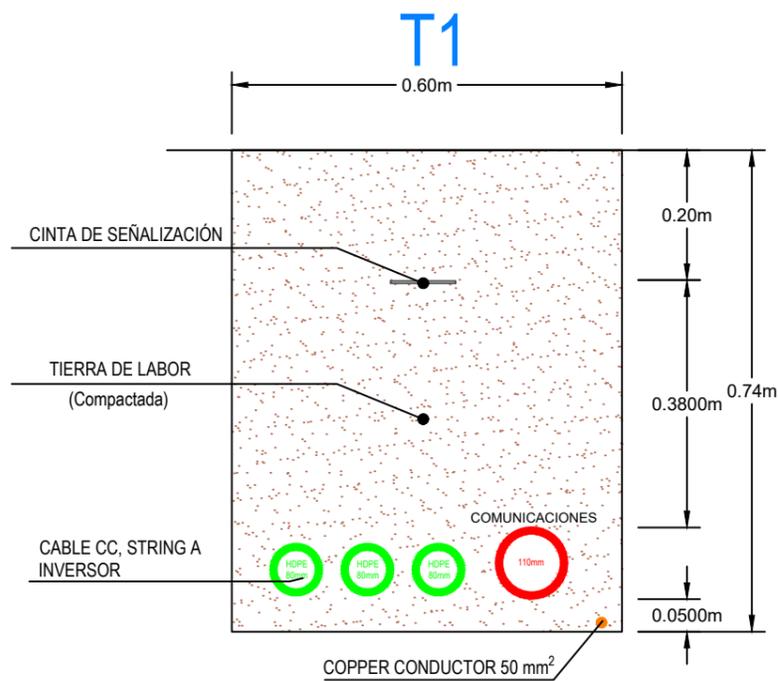
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
30/10/2020	PLANO DE ZANJAS	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**ZANJAS**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>2.CW.1</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>1/750</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL: JAMG
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280



#### LEYENDA ZANJAS

- TIPO 1
- TIPO 2.1
- TIPO 2.2
- TIPO 3
- Arqueta tipo 1

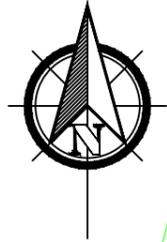
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
14/07/2020	PLANO DETALLE DE ZANJAS	0

	COORDENADAS: 37°01'47"N 05° 36' 22"O	UTM/ETRS89: X=268.185 Y=4.101.349
--	--	---

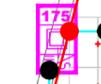
PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

#### DESCRIPCIÓN DEL PLANO: DETALLE ZANJAS

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>2.CW.2</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>S/E</b>
DISEÑADO POR:	JAMG
PR.MANAGEMENT:	INGENIERO TÉCN. INDUSTRIAL: Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280



SI-2  
(17 strings)



SI-1  
(18 strings)

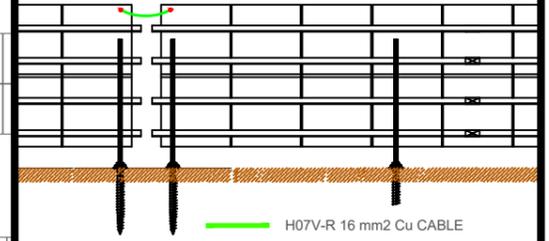


CT

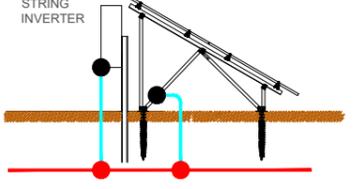


1/250

VISTA POSTERIOR



VISTA PERFIL



- 50 mm² COPPER BARE CABLE
- H07V-R 35 mm² Cu CABLE
- SCREW+NUT+WASHER
- EXOTHERMIC WELD / CRIMPIT / CLAMP
- EARTHING ROD L=1,5m

LEGEND

—	Línea de propiedad	↓	Pica de puesta a tierra L=1,5m.
—	Vallado	—	50 mm² cable de cobre desnudo
CT	Centro transformación	—	H07V-R 35mm² cable de Cu
—	Estructura fija	—	H07V-R 16mm² cable de Cu
—	Inversor de string		
—	Caminos		

FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
30/10/2020	PLANO SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	0

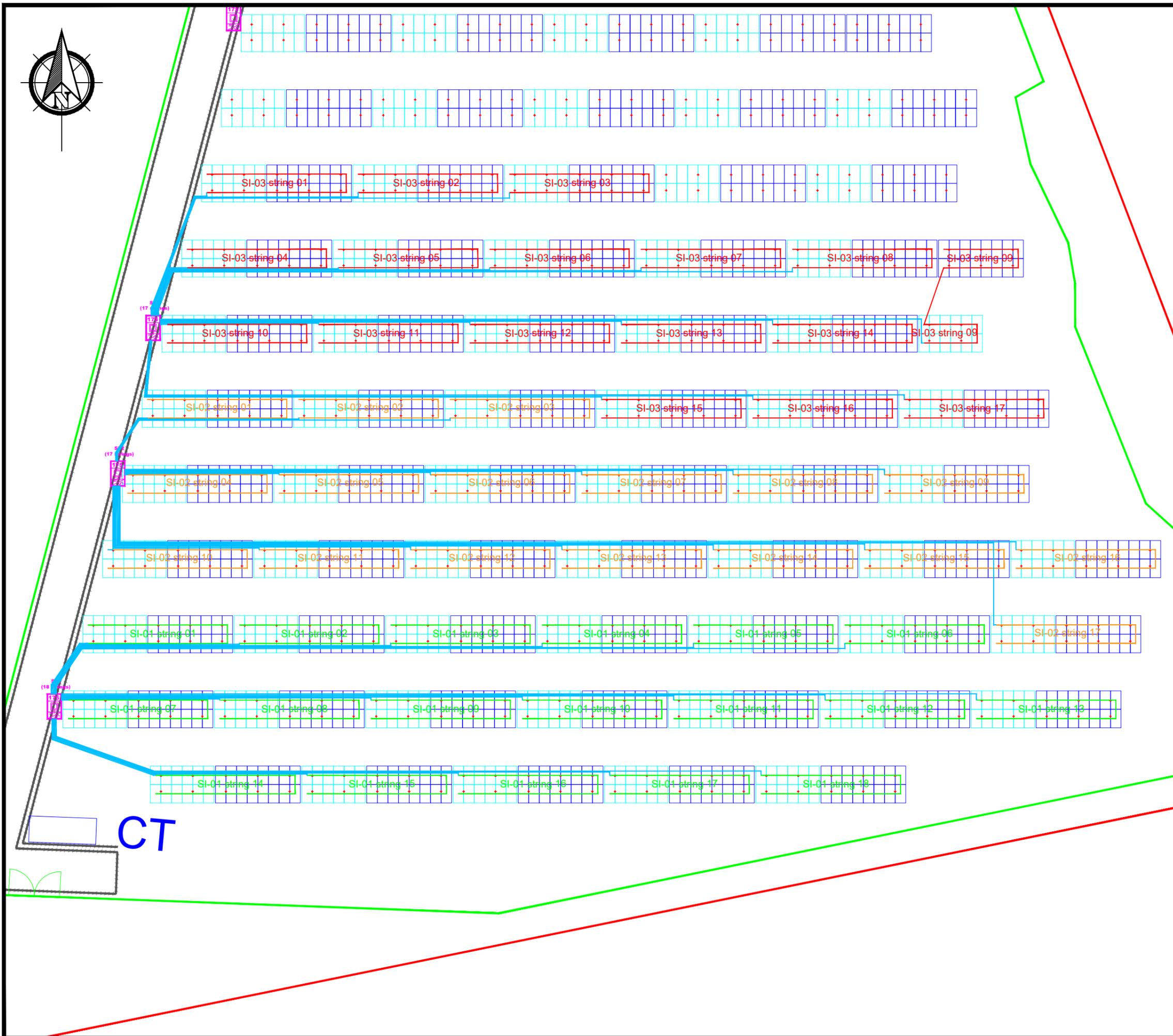
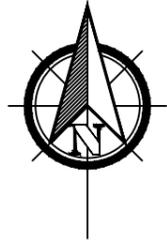
	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	4.E.1
DEPARTAMENTO:	UNIVERGY ESPAÑA
FECHA:	30/10/2020
ESCALA:	1/250
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉCN. INDUSTRIAL:
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280
TMG	





SECCIÓN CABLES

2x4mm<sup>2</sup> PV-ZZ-F (1.8 kV) Cu

FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
30/10/2020	PLANTA INSTALACIÓN DC	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

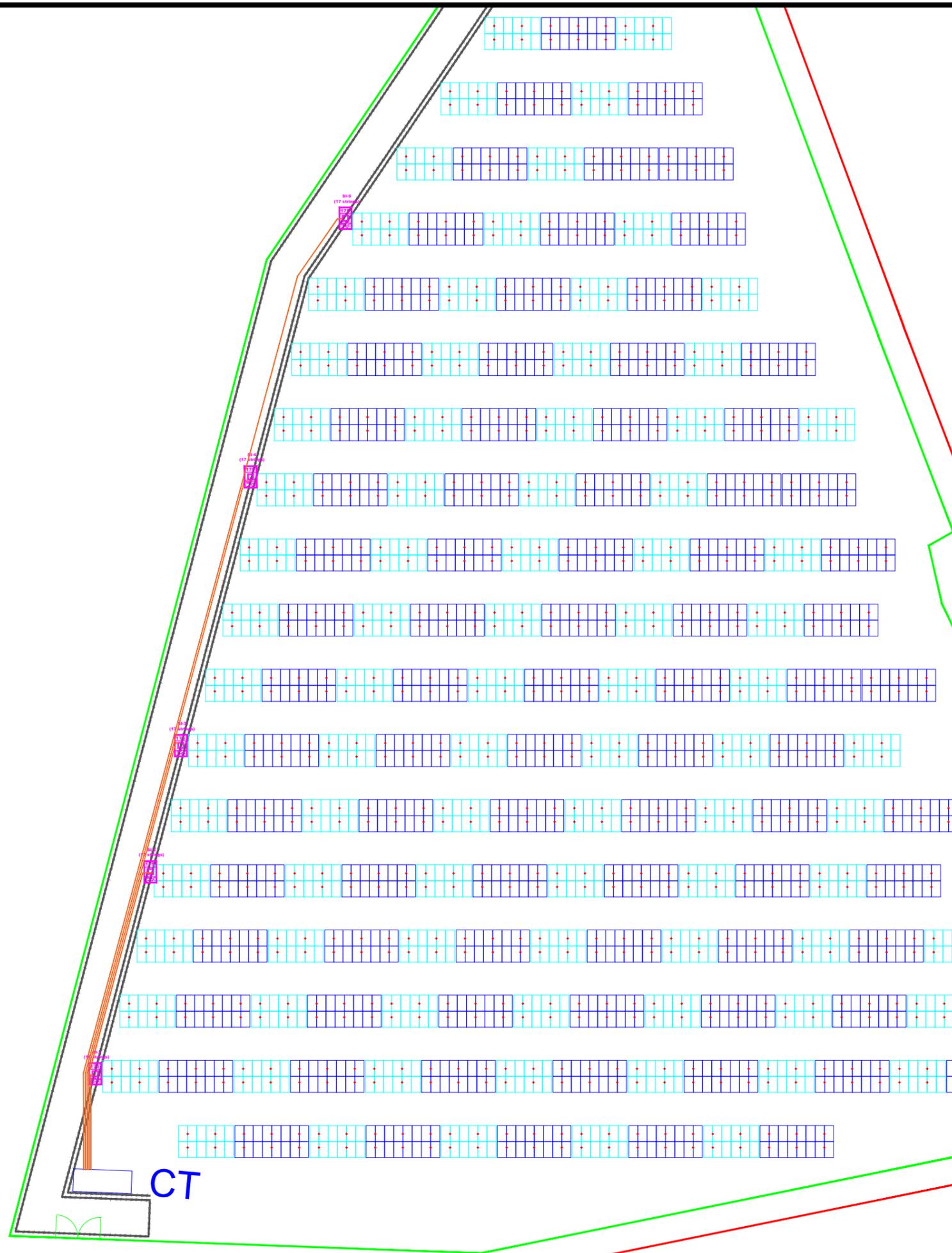
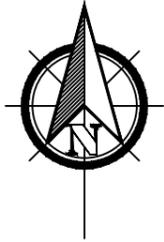
PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
 EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**PLANTA INSTALACIÓN DC**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.2</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>1/350</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL: JAMG
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280



CT



SECTION CABLES

— 0.6/1kV, 3X95mm<sup>2</sup>Al, aluminium, XLPE insulation

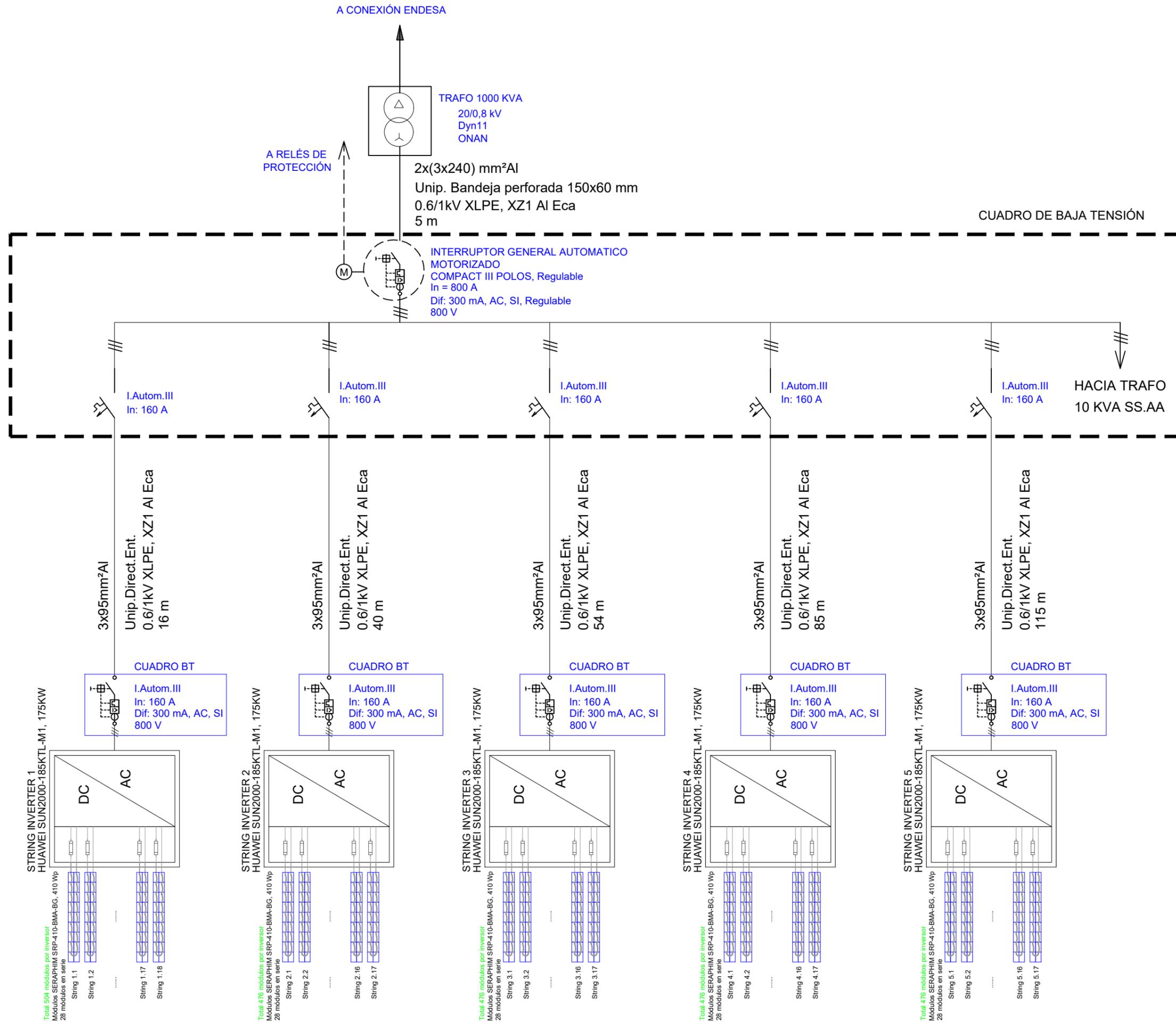
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
30/10/2020	PLANTA INSTALACIÓN AC	6

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
 EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**PLANTA INSTALACIÓN AC**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.3</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>1/500</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉCN. INDUSTRIAL:
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	
TMG	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280



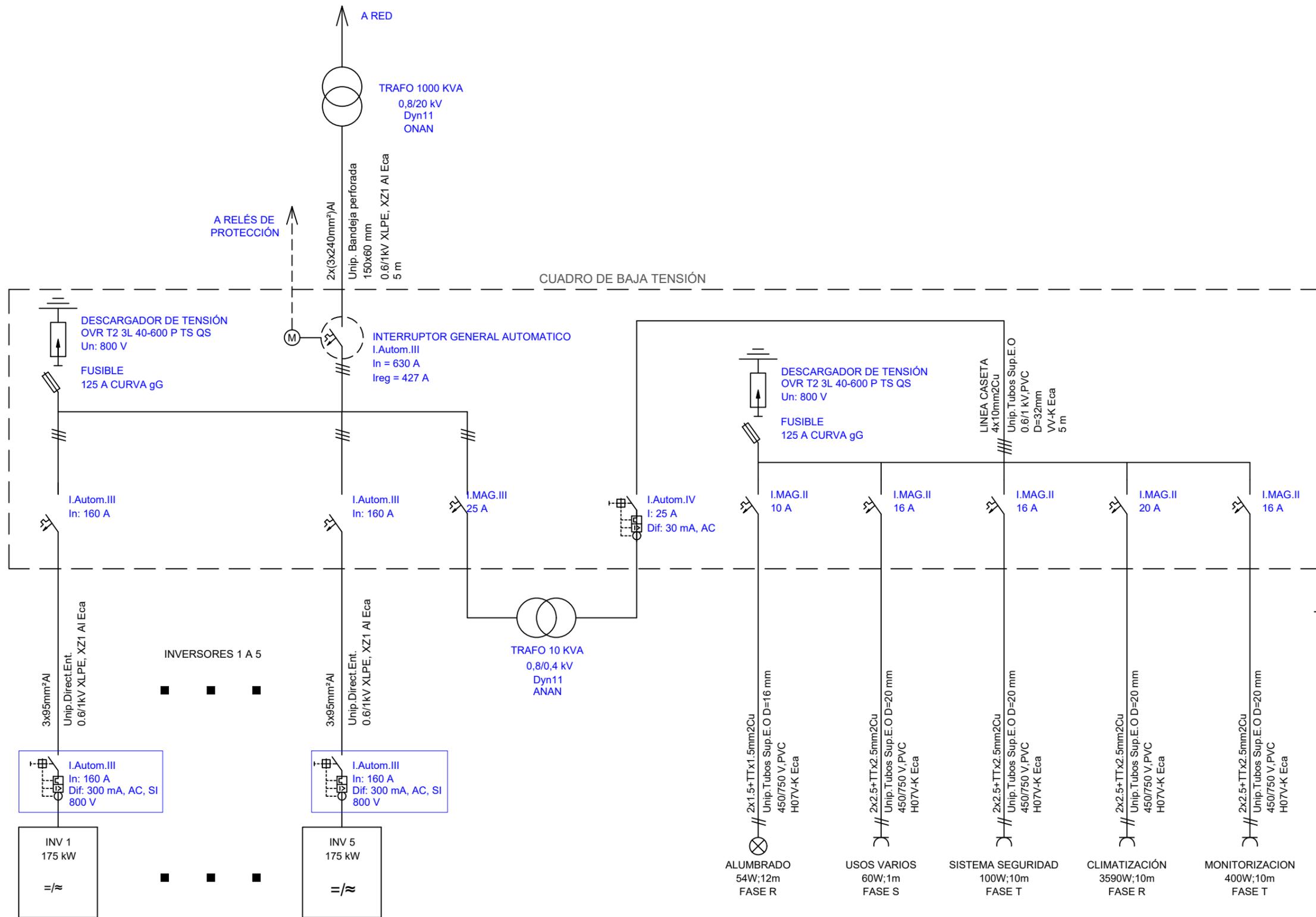
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
30/10/2020	ESQUEMA UNIFILAR	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**ESQUEMA UNIFILAR**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.4</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>S/E</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL:
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280
TMG	



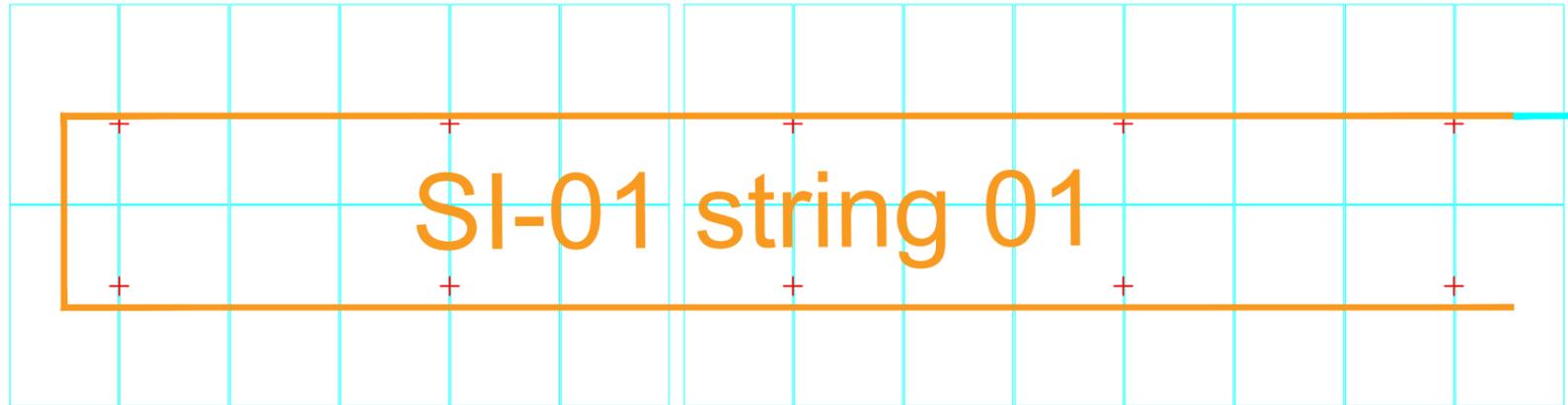
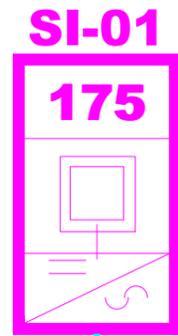
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
30/10/2020	ESQUEMA UNIFILAR SSAA	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

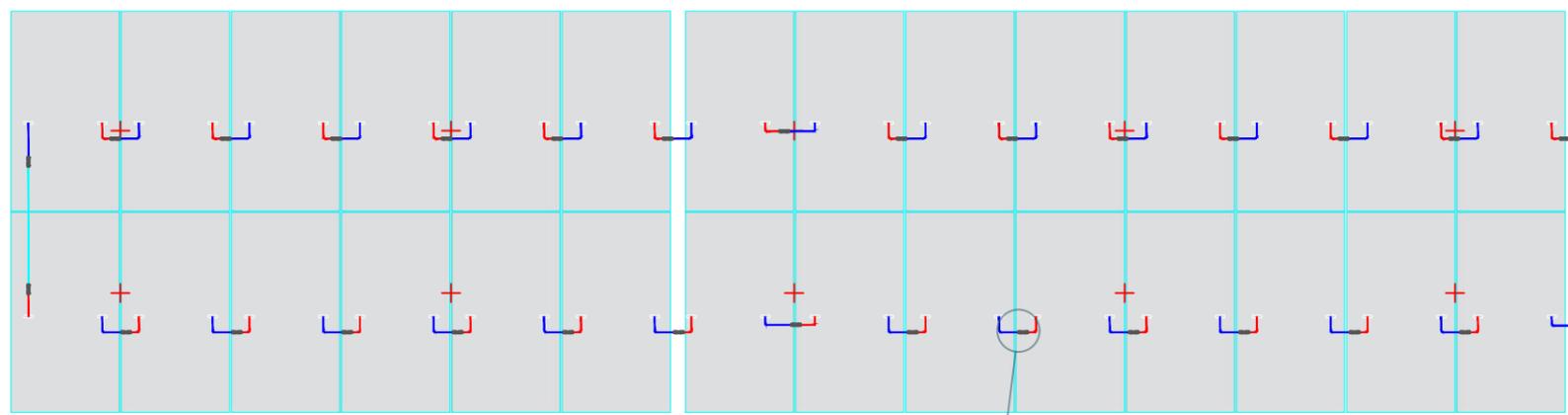
PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
 EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**ESQUEMA UNIFILAR SSAA**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.6</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>S/E</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL: JAMG
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280



SI01



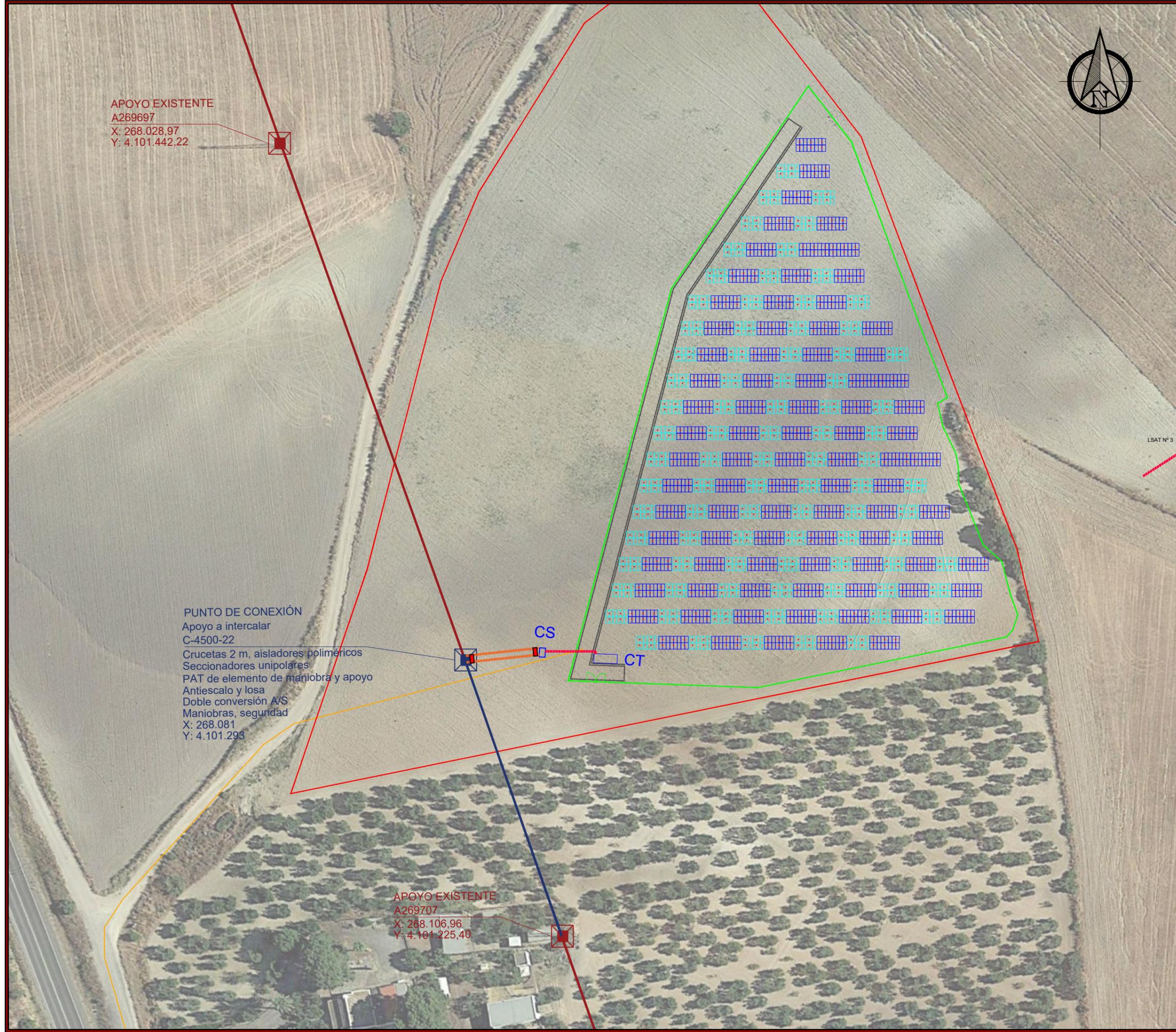
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
30/10/2020	DETALLE DE ENSERIADOS	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**DETALLE DE ENSERIADOS**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	4.E.5
DEPARTAMENTO:	UNIVERGY ESPAÑA
FECHA:	30/10/2020
ESCALA:	S/E
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉCN. INDUSTRIAL:
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280
TMG	



APOYO EXISTENTE  
A269697  
X: 268.028,97  
Y: 4.101.442,22

PUNTO DE CONEXIÓN  
Apoyo a intercalar  
C-4500-22  
Crucetas 2 m, aisladores poliméricos  
Seccionadores unipolares  
PAT de elemento de maniobra y apoyo  
Antiescalo y losa  
Doble conversión A/S  
Maniobras, seguridad  
X: 268.081  
Y: 4.101.293

APOYO EXISTENTE  
A269707  
X: 268.106,96  
Y: 4.101.225,40



● APOYO DE PUNTO DE CONEXIÓN  
X: 268.081  
Y: 4.101.293

LEYENDA ELECTRICIDAD	
	L.A.A.T. LA-56 15 KV EXISTENTE 'FRESNADILLA'
	L.A.A.T. LA-56 15 KV NUEVO VANO
	L.S.A.T. 3x240 Al 18/30 kV DOBLE CIRCUITO
	L.S.A.T. 3x95 Al 12/20 kV SIMPLE CIRCUITO
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1000 kVA
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO
	ARQUETA A-S JUANTO A CS Y APOYO ENTRONQUE

FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
02/11/2020	EMPLAZAMIENTO INSTALACIONES AT	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

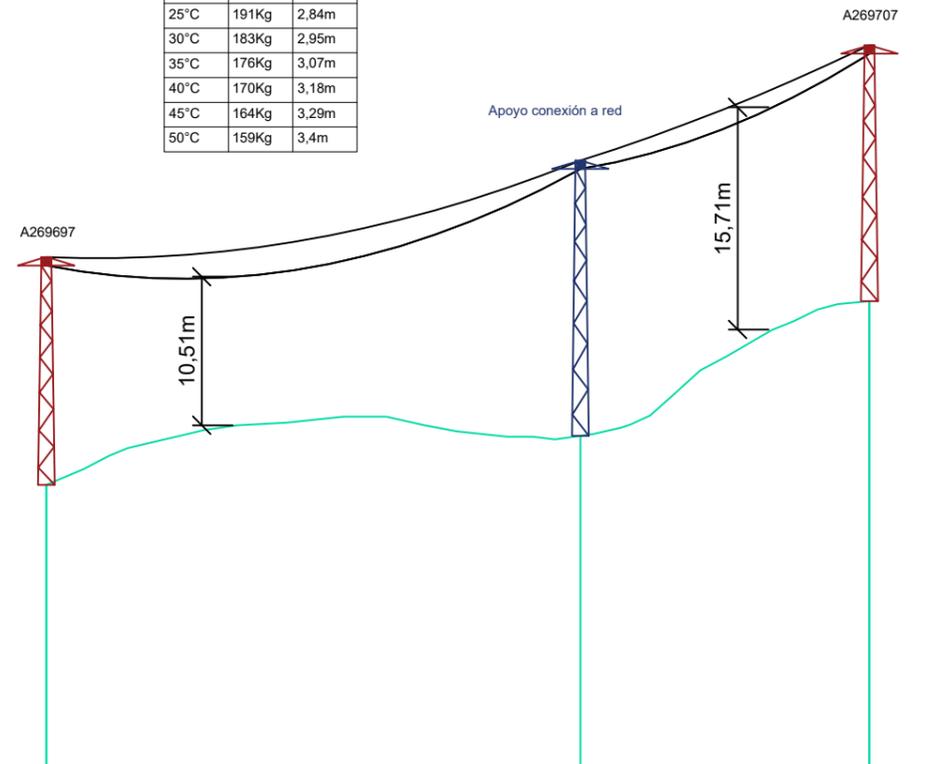
DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**PLANTA MT**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.6</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>1/3000</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL:
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	
TMG	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280

# PERFIL

Cond. F: LA-56 47-AL1/8-ST1A Apoyo 1 - Apoyo 2		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	257Kg	2,1m
0°C	243Kg	2,23m
5°C	230Kg	2,35m
10°C	218Kg	2,48m
15°C	208Kg	2,6m
20°C	199Kg	2,72m
25°C	191Kg	2,84m
30°C	183Kg	2,95m
35°C	176Kg	3,07m
40°C	170Kg	3,18m
45°C	164Kg	3,29m
50°C	159Kg	3,4m

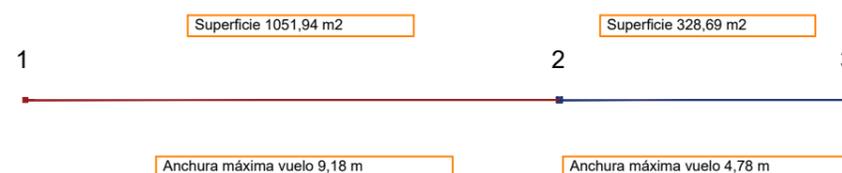
Cond. F: LA-56 47-AL1/8-ST1A Apoyo 2 - Apoyo 3		
Temp.	Tens.	Flecha
-5°C	375Kg	0,42m
0°C	339Kg	0,47m
5°C	306Kg	0,52m
10°C	275Kg	0,58m
15°C	247Kg	0,64m
20°C	222Kg	0,72m
25°C	200Kg	0,79m
30°C	181Kg	0,88m
35°C	166Kg	0,96m
40°C	153Kg	1,04m
45°C	141Kg	1,12m
50°C	132Kg	1,2m



P.C.: 102.00 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	1	151.20	2	81.80	3
Cota Terreno (m)	122.00		125.48		135.00
Distancia Parcial (m)			151.20		
Distancia Origen (m)			151.20		
Función de Apoyo			AL_AM		
Serie Apoyo			C-4500-22		

# PLANTA



FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
03/11/2020	PLANTA Y PERFIL LAAT	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

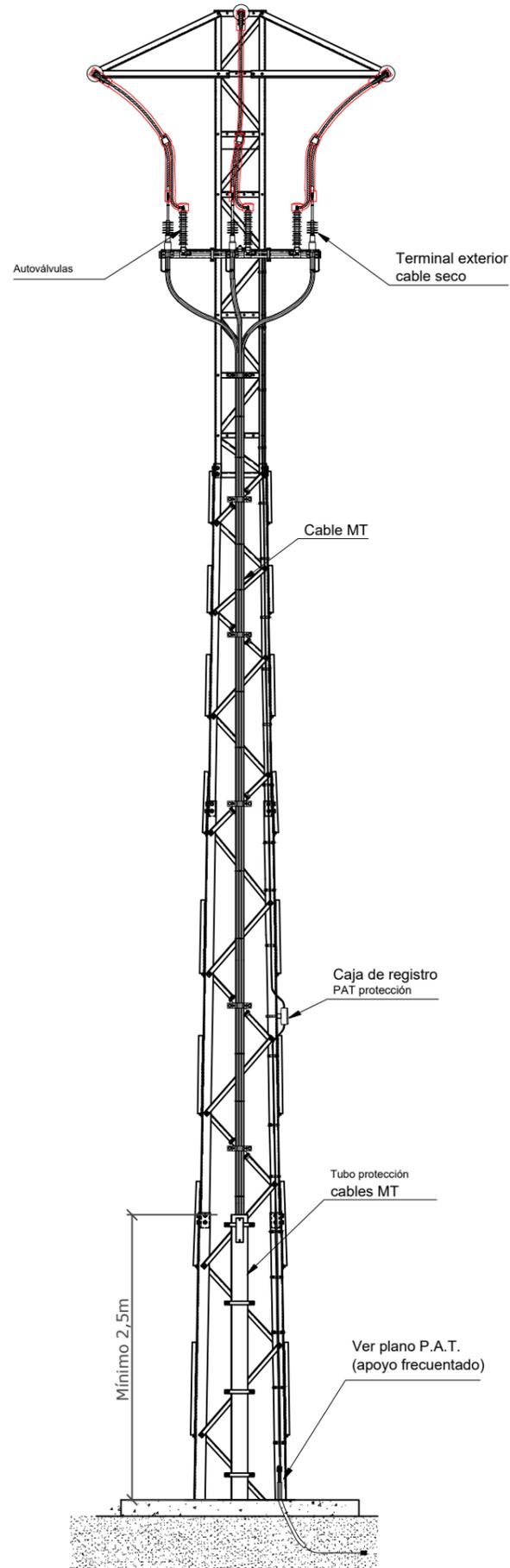
PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**PERFIL Y PLANTA TRAMO EVACUACIÓN**

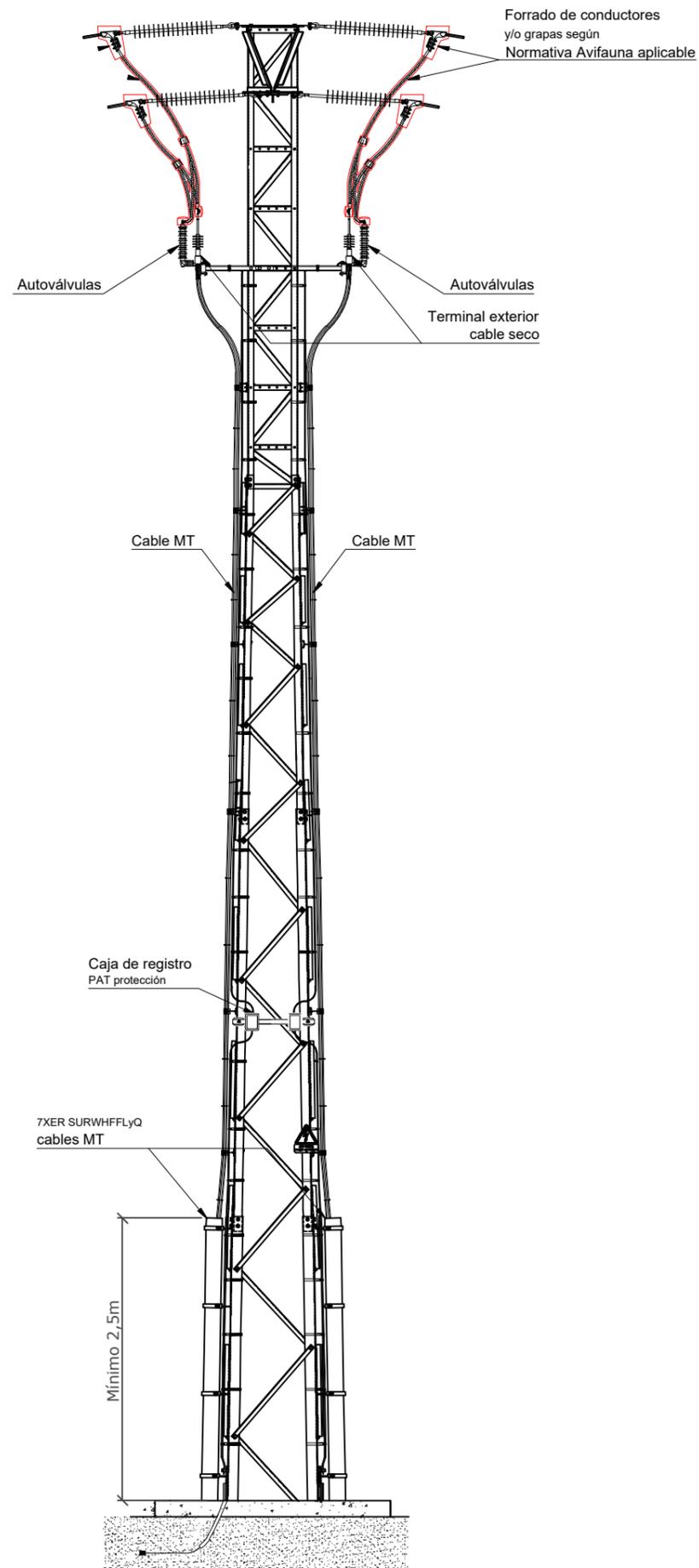
SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.8.1</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>EH: 1/2000, EV: 1/500</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL: JAMG
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280

APOYO DOBLE CONVERSIÓN A/S  
C-4500-22

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
02/11/2020	DETALLE APOYO DOBLE CONV. A/S	0

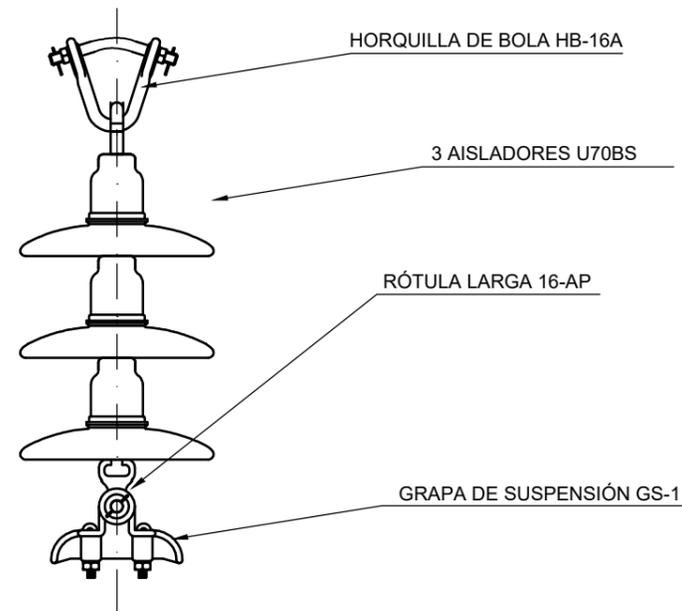
	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

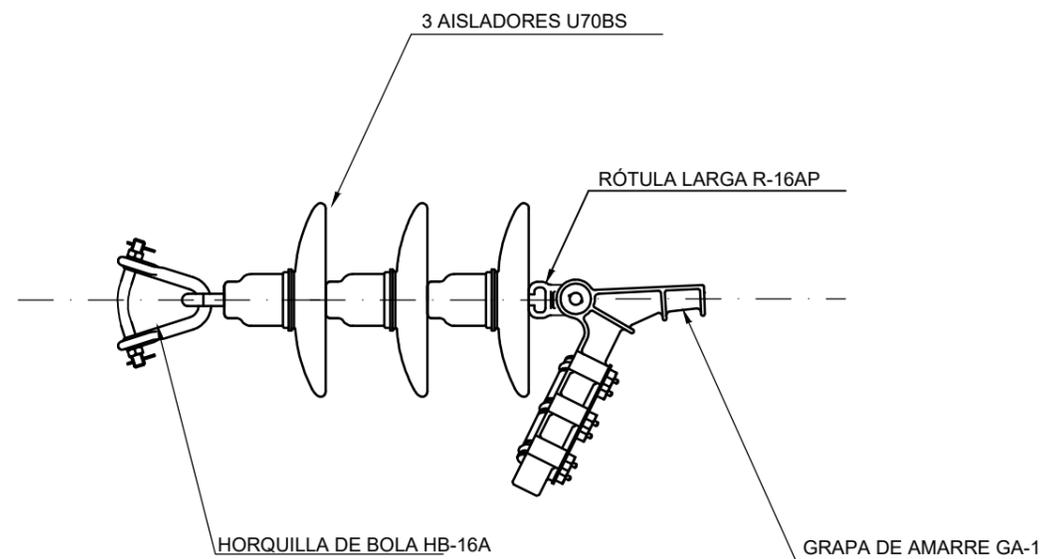
DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**DETALLE DOBLE CONVERSIÓN A/S**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.8.2</b>
DEPARTAMENTO:	UNIVERGY ESPAÑA
FECHA:	30/10/2020
ESCALA:	S/E
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL: JAMG
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280

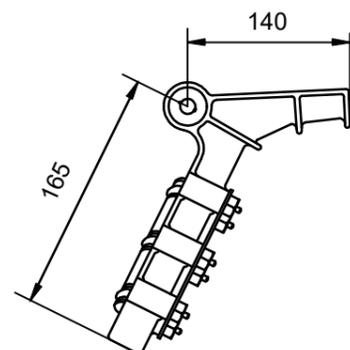
## CADENA DE SUSPENSIÓN



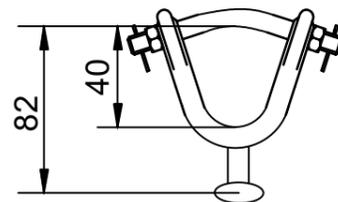
## CADENA DE AMARRE APOYO Nº 1



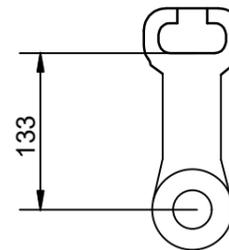
## GRAPA DE AMARRE



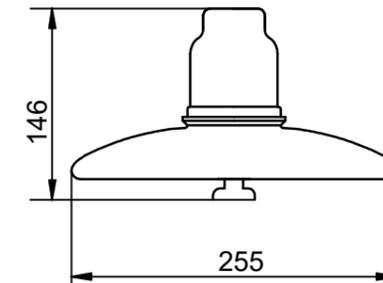
## HORQUILLA DE BOLA



## RÓTULA LARGA



## AISLADOR



FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
02/11/2020	DETALLE CADENA AISLADORES	0

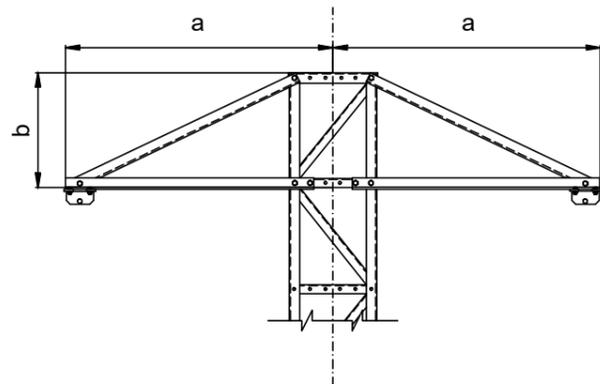
	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**DETALLE CADENA AISLADORES**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.8.3</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>S/E</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL:
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	
TMG	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280

### CRUCETA T



Nº Apoyo	Función	Armado	Denominación	Dimensiones (m)				
				'a-d'	'b'	'c'	'h'	Hu
1	AL-AM	T	C-4500-22	1,25	0,60	-	-	18,87

FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
02/11/2020	DETALLE CRUCETA BÓVEDA Y PLANA	0

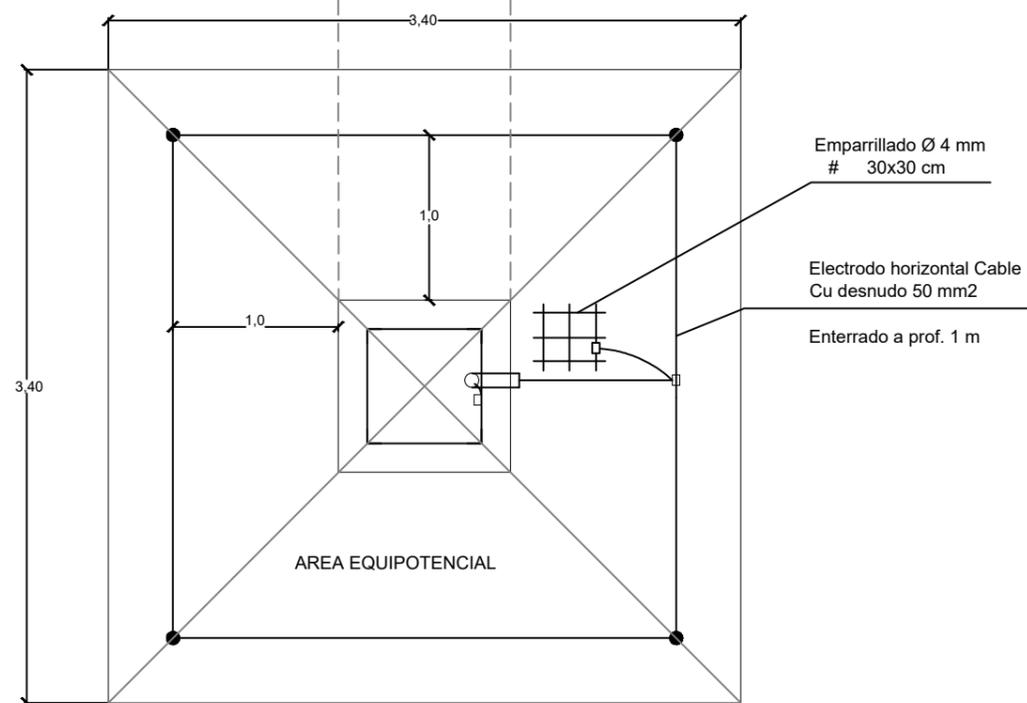
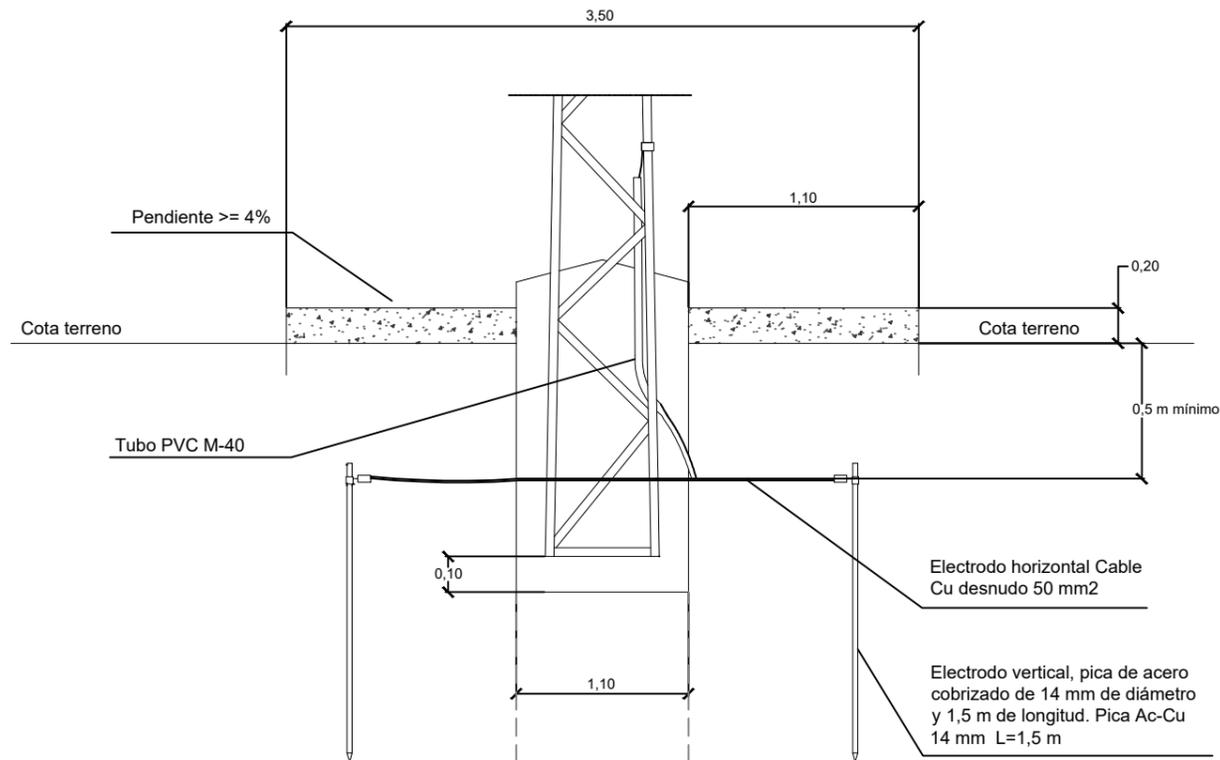
	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
 EL CORONIL (SEVILLA)**

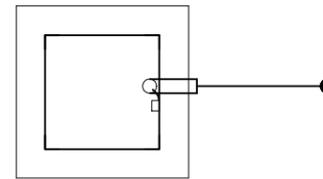
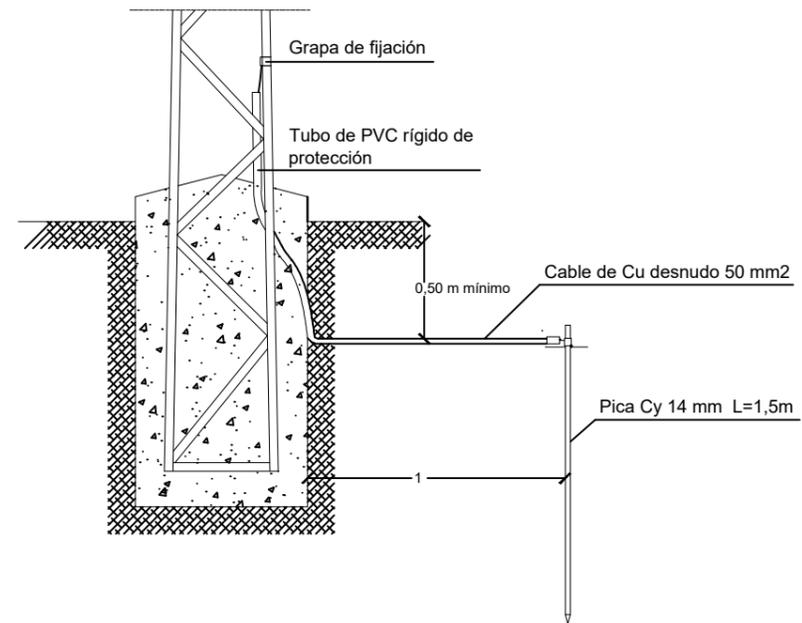
DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**DETALLE CRUCETAS**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.8.4</b>
DEPARTAMENTO:	UNIVERGY ESPAÑA
FECHA:	30/10/2020
ESCALA:	S/E
DISEÑADO POR:	JAMG INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL:
PR.MANAGEMENT:	TMG Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280

### PUESTA A TIERRA APOYO FRECUENTADO



### PUESTA A TIERRA APOYO NO FRECUENTADO



ELECTRODO TIPO CONFIGURACIÓN BÁSICA 1 PICA

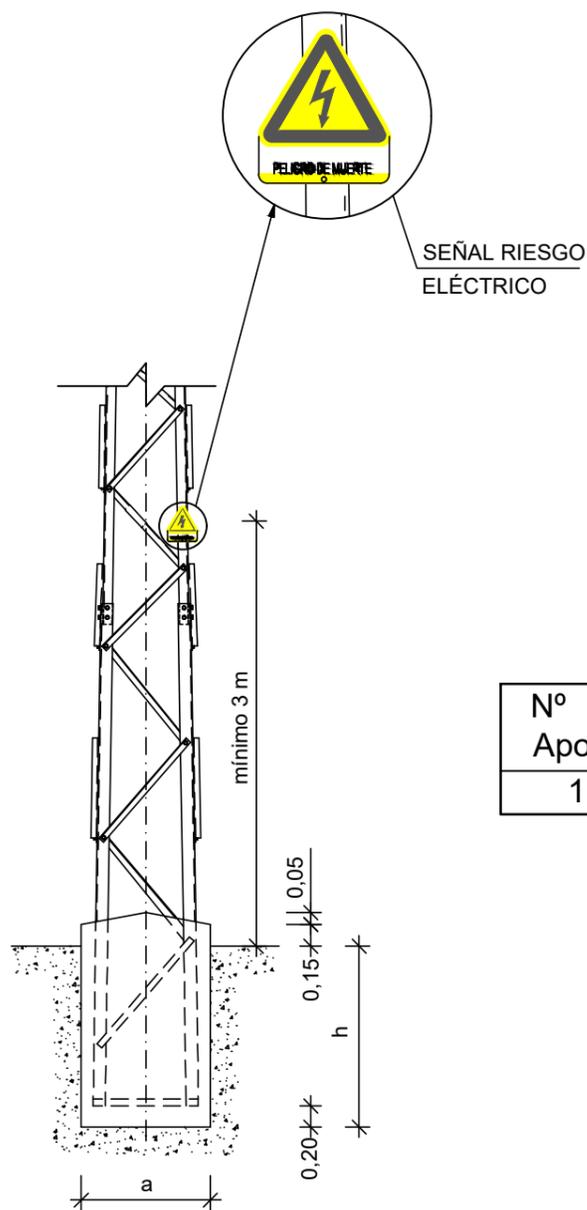
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
02/11/2020	DETALLE PUESTA A TIERRA	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:	<b>PSFV BALLESTE 987,28 kWp EL CORONIL (SEVILLA)</b>
-----------	--

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:	<b>PUESTA A TIERRA APOYOS MT</b>
------------------------	----------------------------------

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.8.5</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>S/E</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL: JAMG
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280
TMG	



Nº Apoyo	Denominación	Dimensiones (m)					Vol. Excav (m³)	Vol. Horm. (m³)
		a	h	b	H	c		
1	C-4500-22	1,47	2,53	-	-	-	5,47	5,90

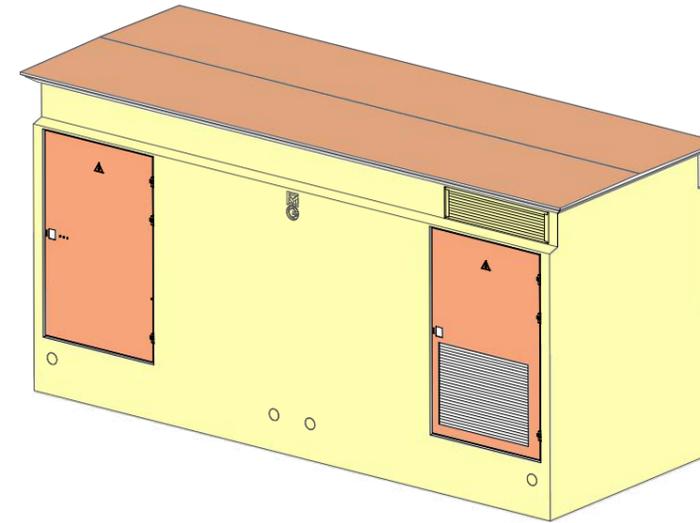
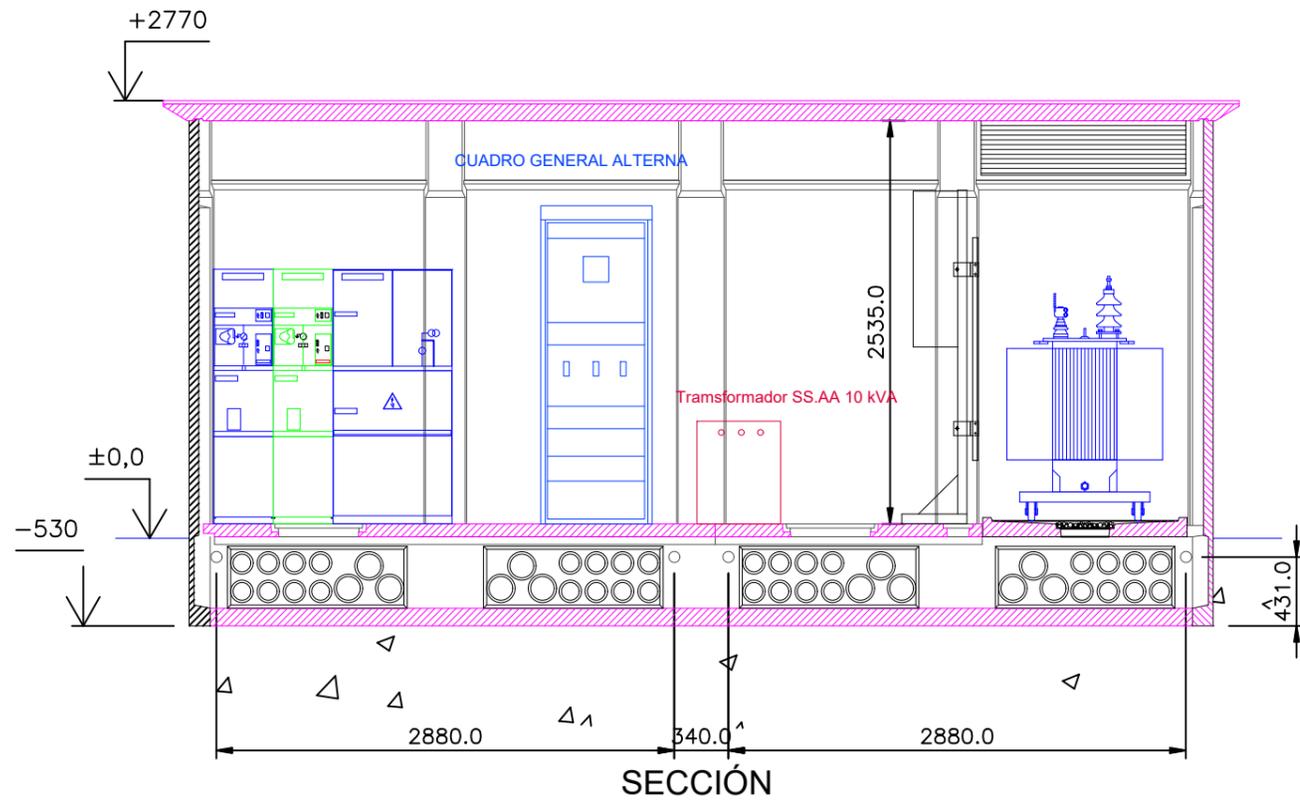
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
02/11/2020	DETALLE CIMENTACIÓN	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

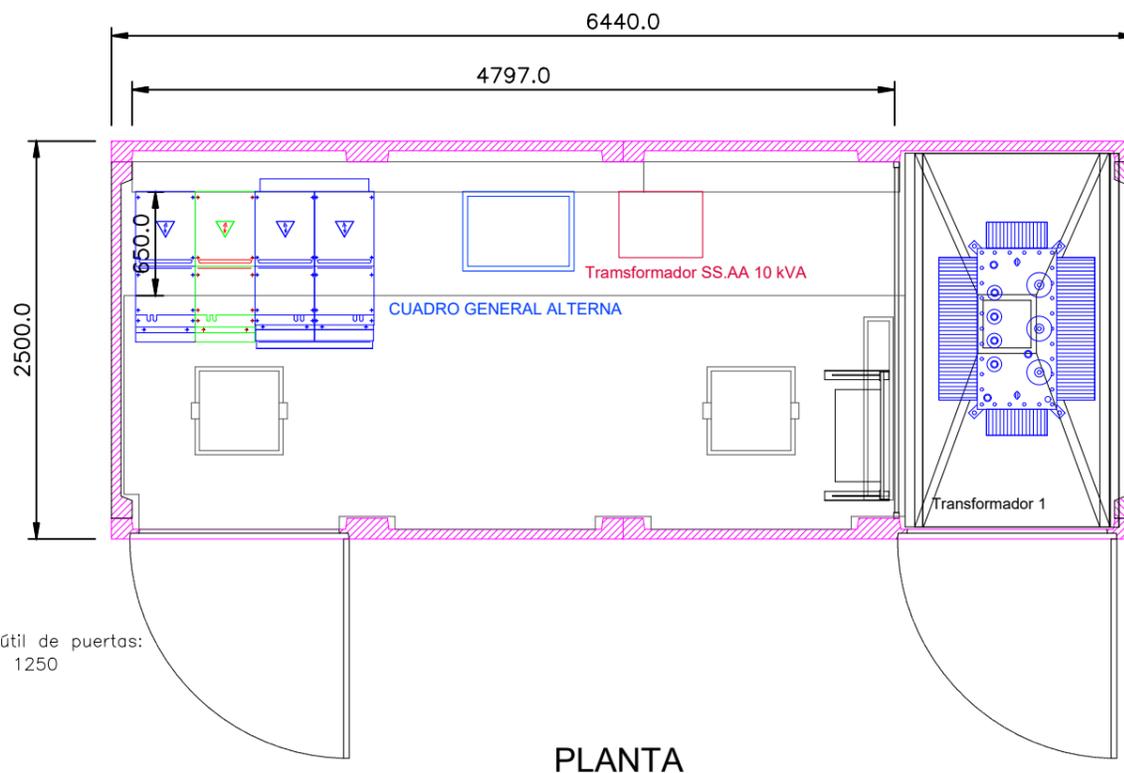
PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
 EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**CIMENTACIÓN APOYOS MT**

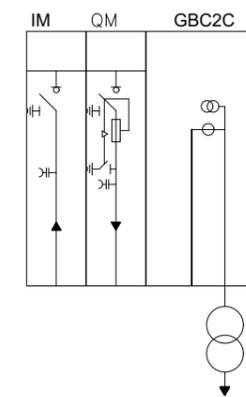
SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.8.6</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>S/E</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL:
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280
TMG	



PERSPECTIVA



Hueco útil de puertas:  
2100 x 1250



UNIFILAR

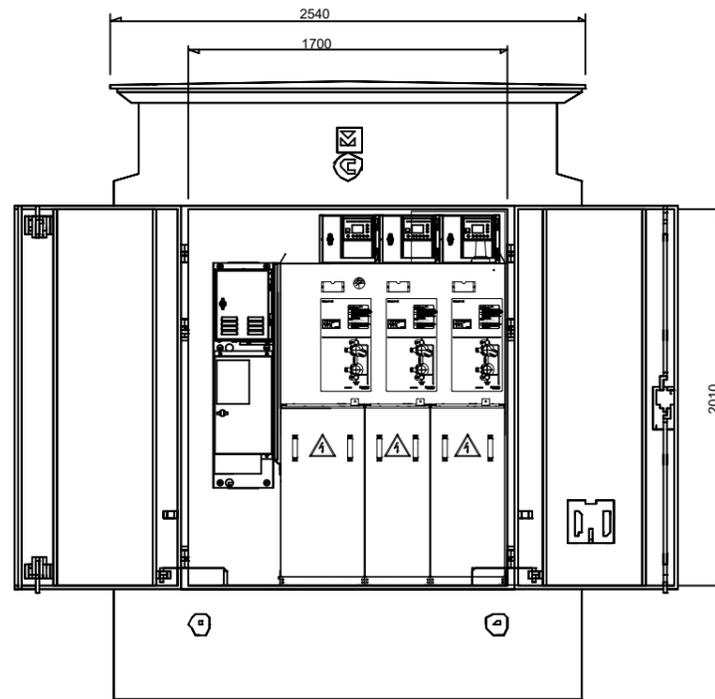
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
02/11/2020	CENTRO DE TRANSFORMACION ABB	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

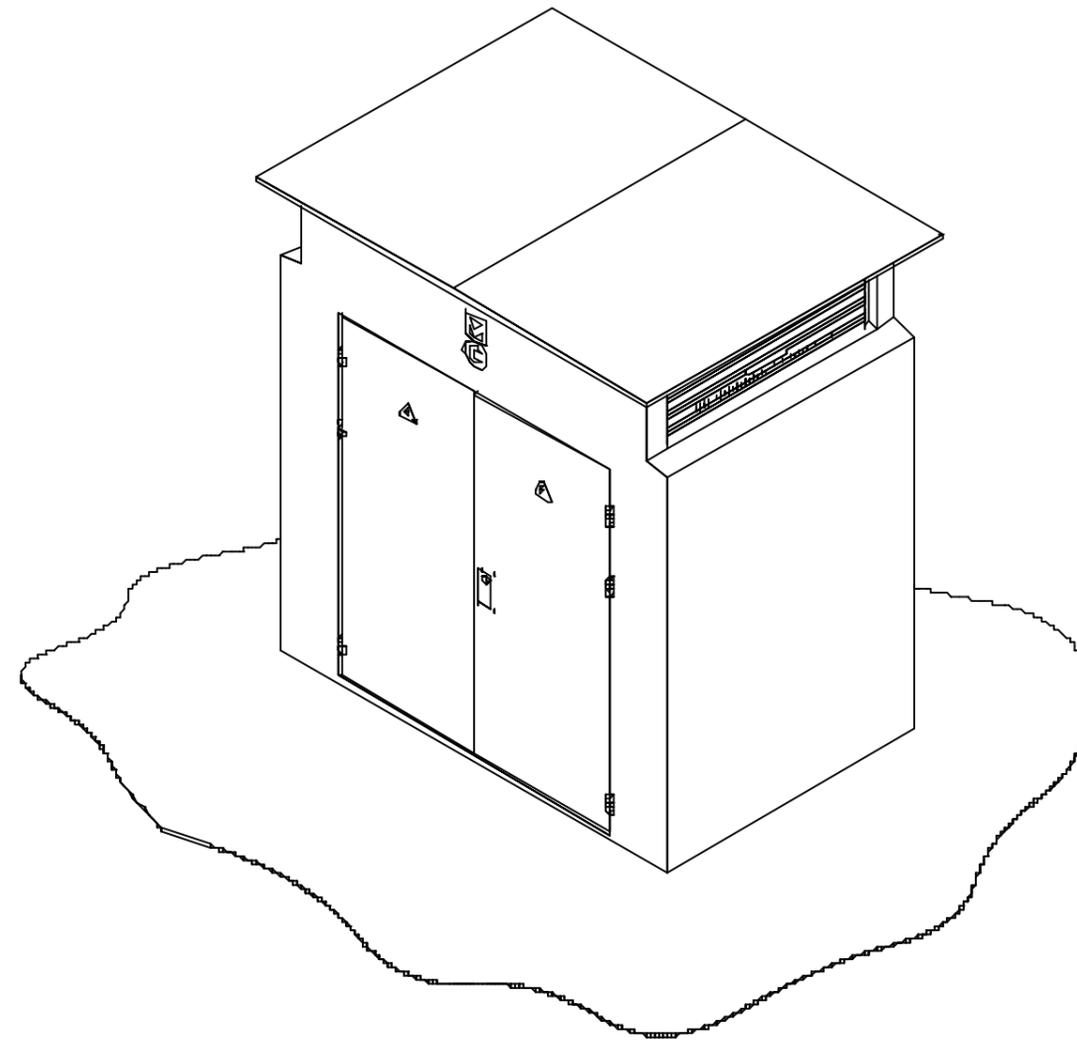
PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**ABB MEDIUM VOLTAGE COMPACT SKIDY  
ESQUEMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN**

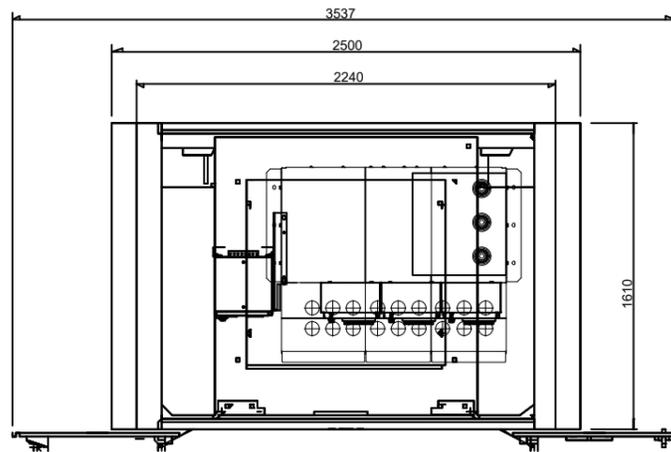
SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.8.7</b>
DEPARTAMENTO:	UNIVERGY ESPAÑA
FECHA:	30/10/2020
ESCALA:	S/E
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉCN. INDUSTRIAL:
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280
TMG	



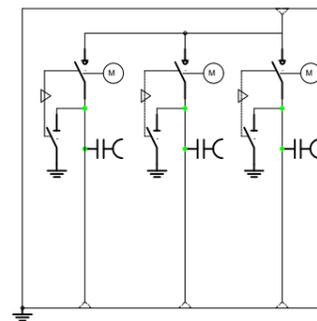
SECCIÓN



PERSPECTIVA



PLANTA



UNIFILAR

FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
02/11/2020	CENTRO DE SECCIONAMIENTO	0

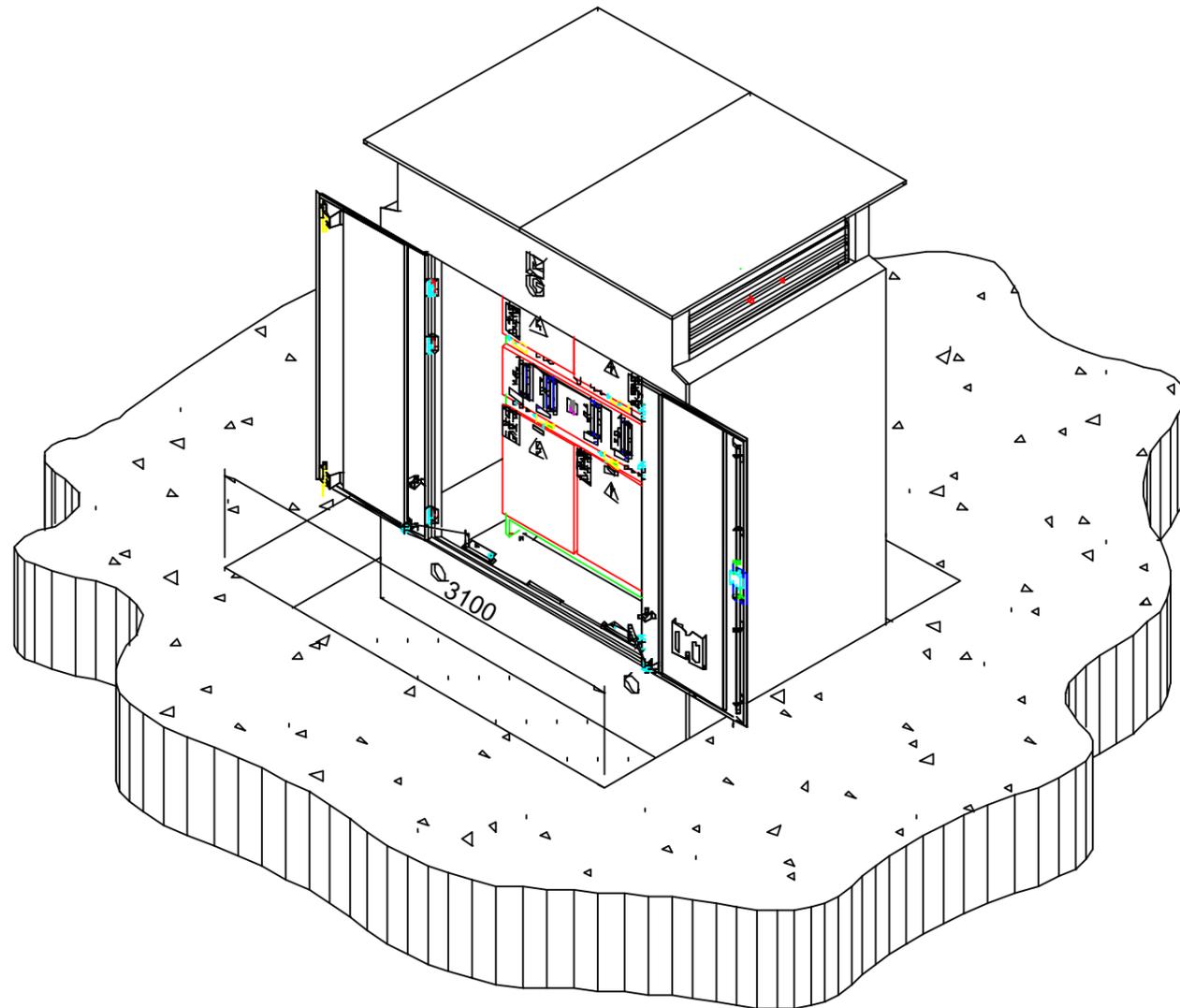
	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:	<b>PSFV BALLESTE 987,28 kWp EL CORONIL (SEVILLA)</b>
-----------	--

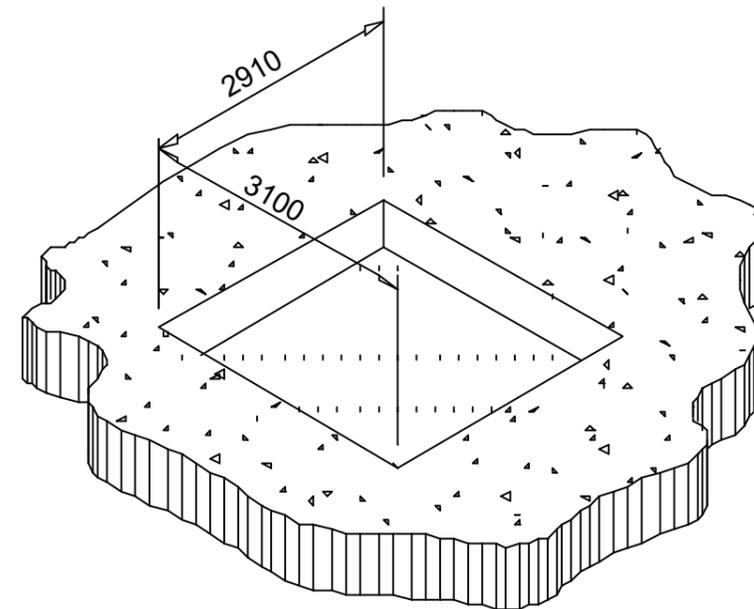
DESCRIPCIÓN DEL PLANO:	<b>CENTRO DE SECCIONAMIENTO</b>
------------------------	---------------------------------

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.8.9</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>S/E</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL:
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	
TMG	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280

Ubicación  
del Centro:



Detalle dimensión  
del Foso:



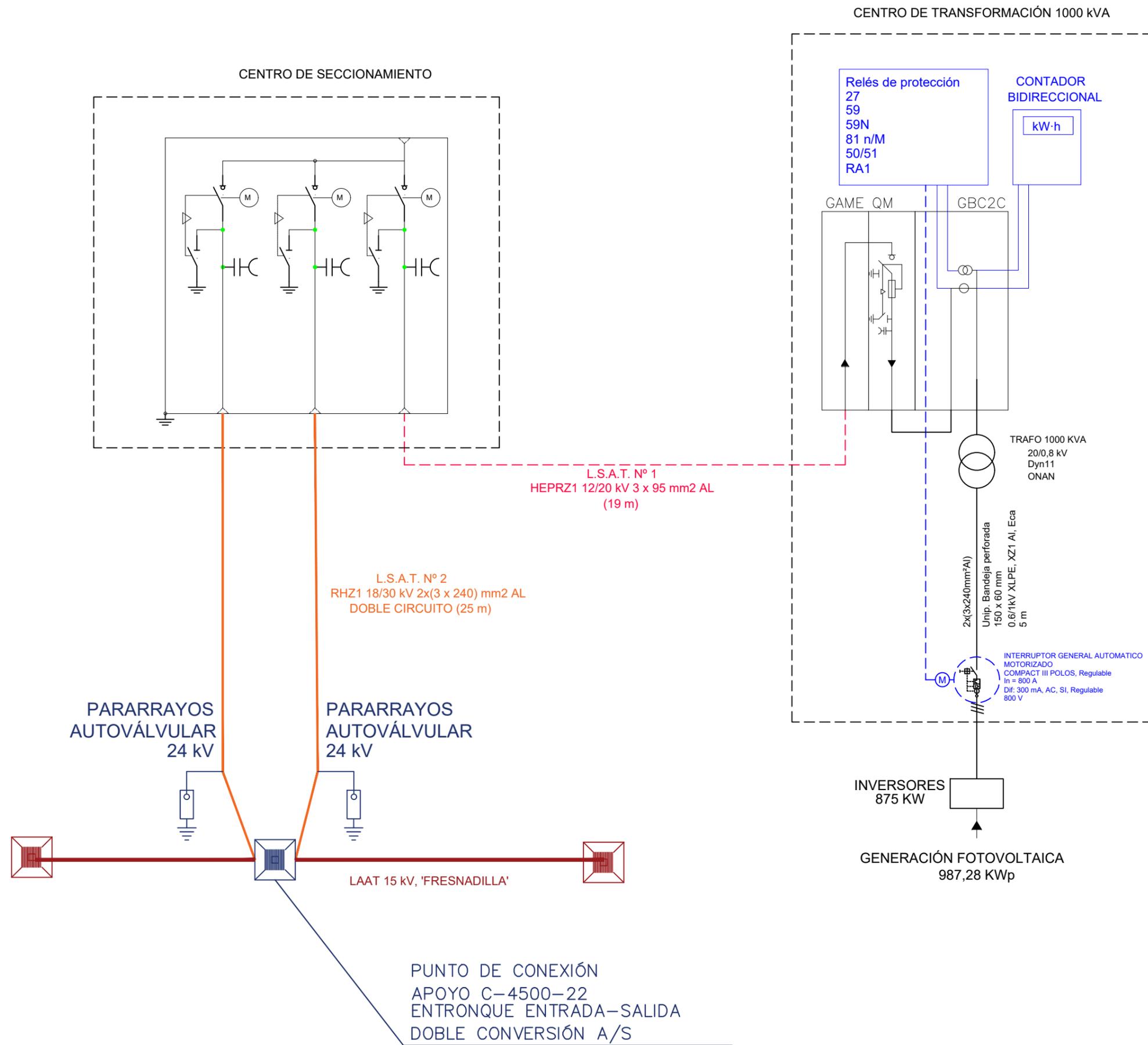
FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
02/11/2020	DETALLE CENTRO SECCIONAMIENTO	0

 <b>UNIVERGY</b>	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**FOSO CENTRO DE SECCIONAMIENTO**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.8.10</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>S/E</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉCN. INDUSTRIAL:
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280
TMG	



FECHA:	DESCRIPCIÓN:	Nº:
02/11/2020	ESQUEMA UNIFILAR MT	0

	COORDENADAS:	UTM/ETRS89:
	37°01'47"N 05° 36' 22"O	X=268.185 Y=4.101.349

PROYECTO:  
**PSFV BALLESTE 987,28 kWp  
 EL CORONIL (SEVILLA)**

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**ESQUEMA UNIFILAR MT (CS)**

SITUACIÓN:	Polígono 11, parcela 1 El Coronil (Sevilla)
REF PROYECTO:	<b>4.E.8.12</b>
DEPARTAMENTO:	<b>UNIVERGY ESPAÑA</b>
FECHA:	<b>30/10/2020</b>
ESCALA:	<b>S/E</b>
DISEÑADO POR:	INGENIERO TÉC. INDUSTRIAL:
JAMG	
PR.MANAGEMENT:	Fdo. Ginés Martínez Pérez Colegiado nº 1280
TMG	



UNIVERGY  
SOLAR