

PROYECTO:

*PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kWpico)
CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS
ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)*

TITULAR	EMPLAZAMIENTO
<i>SOLAR Y LED CAPITAL 2018 S.L. PLAZA ALFONSO EANES, 14 1 BL B CIUDAD REAL CP: 13005</i>	<i>INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 PUERTOLLANO (C.REAL) CP: 13500</i>



Fernando Torres Crespo
*Ingeniero Industrial
Colegiado 13199*

IGISA INGENIERÍA
C/ Canalejas 5
Tomelloso (C.Real) 13700
926 50 11 70 - administracion@igisa.net

EXPEDIENTE: 6000

DECLARACION RESPONSABLE DE TÉCNICOS COMPETENTES PROYECTISTA Y DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS/OBRAS

A DATOS DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE PROYECTISTA	
NOMBRE Y APELLIDOS FERNANDO TORRES CRESPO	DNI 6254977-N
DOMICILIO (CALLE Y NÚMERO): c/ Canalejas, 5	C.P.13700
LOCALIDAD: TOMELLOSO	PROVINCIA: CIUDAD REAL
TITULACIÓN: INGENIERO INDUSTRIAL	ESPECIALIDAD:
COLEGIO PROFESIONAL (SI PROCEDE): MADRID	NÚMERO COLEGIADO (SI PROCEDE): 13199
B DECLARACIÓN DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE PROYECTISTA	
Declaro bajo mi responsabilidad que: <ol style="list-style-type: none"> Poseo la titulación indicada en el apartado A. De acuerdo con las atribuciones profesionales de esta titulación tengo competencia para la redacción y firma del proyecto técnico denominado ¹: PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kW_{pico}) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL) No estoy inhabilitado, ni administrativamente ni judicialmente, para la redacción y firma de dicho proyecto. He tenido en cuenta la normativa vigente de aplicación en el proyecto indicado en el apartado 2. Que el proyecto <input type="checkbox"/> Se encuentra contemplado en el art. 2 R.D. 1000/2010 y amparado por lo previsto en el art. 3 del R.D. 1000/2010 <input checked="" type="checkbox"/> No se encuentra contemplado en el art. 2 R.D. 1000/2010 	
C DATOS DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS/OBRAS	
NOMBRE Y APELLIDOS:	DNI
DOMICILIO (CALLE Y NÚMERO):	C.P.
LOCALIDAD:	PROVINCIA:
TITULACIÓN:	ESPECIALIDAD:
COLEGIO PROFESIONAL (SI PROCEDE):	NÚMERO COLEGIADO (SI PROCEDE):
D DECLARACIÓN DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS/OBRAS	
Declaro bajo mi responsabilidad que: <ul style="list-style-type: none"> Poseo la titulación indicada en el apartado C De acuerdo con las atribuciones profesionales de esta titulación tengo competencia para la dirección de los trabajos/obras de ejecución y la certificación relativas al proyecto técnico ³: <input type="text"/> No estoy inhabilitado, ni administrativamente ni judicialmente, para la redacción y firma del certificado de dirección de la ejecución de las citadas obras. He tenido en cuenta la normativa vigente de aplicación en el proyecto anteriormente mencionado 	
E FIRMAS DE LOS TÉCNICOS TITULADOS COMPETENTES QUE DECLARAN	
Y para que conste y surta los efectos oportunos, se expide y firma la presente declaración responsable de la veracidad de los datos e información anteriores	Y para que conste y surta los efectos oportunos, se expide y firma la presente declaración responsable de la veracidad de los datos e información anteriores
27 de 10 de 2025	de de
Firmado el técnico titulado competente proyectista	Firmado el técnico titulado competente director de la ejecución de los trabajos/obras

¹ Se debe indicar con el detalle adecuado el tipo y características del establecimiento y/o instalación proyectada objeto de las presente declaración.

² Señálese la que proceda.

³ Cuando el técnico proyectista y el director de la ejecución de trabajos/obras no sean la misma persona podrán presentar este documento por separado, en este caso el director de los trabajos/obras deberá identificar al autor del proyecto técnico y la denominación de este.

En este caso de que se suscriban ambas declaraciones responsables (la del proyectista y la del director de la ejecución de los trabajos/obras) en este documento bastará con hacer referencia al proyecto detallado en el apartado B.

DESIGNACIÓN DEL TRABAJO:

PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kW_{pico}) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)

TITULAR:

**SOLAR Y LED CAPITAL 2018 SL
PLAZA ALFONSO EANES, 0014 1 BJ B
CIUDAD REAL
CP: 13005**

SITUACIÓN:

**INDUSTRIAS ARAGONESAS 601
PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)
CP: 13500
COORDENADAS UTM: X 407169 // Y 4281322
REF.CATASTRAL: 7216106VH0871N0001GP**

EXPEDIENTE UFD:

928124050040

INDICE

1. GENERALIDADES
2. MEMORIA
3. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD
4. PLIEGO DE CONDICIONES
5. PRESUPUESTO
6. PLANOS

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN.

Se redacta el "PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kW_{pico}) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)" a petición y como titular de la instalación, Solar y Led Capital 2018, S.L con CIF: B13613385 y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de C.Real y del Excmo. Ayuntamiento de Puertollano.

El presente proyecto de ejecución tiene por objeto por objeto el de definir los principios básicos y diseñar las instalaciones necesarias para generar energía eléctrica solar fotovoltaica con inyección a red, denominada FV PUERTOLLANO.

Este proyecto tiene como número de expediente en Unión Fenosa:

Nº Expediente: EXP348124050040

1.2 DATOS DEL PROYECTO

TITULAR DE LAS INSTALACIONES:

Nombre: Solar y Led Capital 2018, S.L
CIF: B13613385
Domicilio: C/ Pedro Muñoz s/n Oficina B13
Población: C.Real
Código Postal: 13005

EMPLAZAMIENTO:

Dirección: 7216106VH0871N0001GP y 7216505VH0871N0001XP
Población: Puertollano (C. Real)
Código Postal: 13500

1.3 OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la ampliación de la instalación eléctrica de la planta de fotovoltaica y al mismo tiempo exponer ante los Organismos Competentes que la instalación de Alta Tensión, que nos ocupa, reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha red.

Se describirán en el presente proyecto:

Línea Subterránea de Media Tensión (LSMT en adelante) a 15kV, nueva, realizando entrada / salida al Centro de Seccionamiento con una longitud de 2x10m en doble circuito y una LSMT subterránea, en simple circuito, de longitud 5m (nueva LSMT → CS – CTC de 630kVA).

La instalación de las Líneas de Media Tensión (LMT en adelante), se ajusta al REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

La instalación del Centro de Seccionamiento y Centro de Transformación de 630kVA, se ajusta al 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

Instalación fotovoltaica de BT de Baja Tensión, amparada por el REBT de 2002.

En resumen:

LINEAS DE MEDIA TENSION:

LÍNEA	Simple / Doble	Longitud	Conecta	Sección, Aislamiento	a Ceder
Línea 1 - 2	Doble	2x10	Punto de entronque-CS	S:3x240mm ² ; RHZ1-2OL 12/20kV	Si
Línea 3	Simple	5	CS – CT 630kVA	S:3x240mm ² ; RHZ1-2OL 12/20kV	No

CENTROS DE TRANSFORMACION:

Centro	USO	Potencia	a Ceder
CS	Seccionamiento	-	Si
CT	Transformación	630kVA	No

Instalación FV de BT.

Todos estos elementos, se describen con más detalle en los siguientes apartados.

1.4 COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

La empresa distribuidora de la energía eléctrica es UFD Distribución de Electricidad SA. La energía se entregará a 15kV, para lo cual, el titular de las instalaciones construirá un Centro de seccionamiento y Centro de Transformación de 630kVA, para transformar la tensión de 400/230V a 15kV y 50Hz, con sus correspondientes LMT, como previamente se indicó.

Existe un expediente vinculado con el punto de entronque, el cual es: **EXP348124050040**

1.5 RELACION DE PROPIETARIOS Y BIENES

La instalación objeto de proyecto afecta sobre:

BIENES AFECTADOS
Ayuntamiento de Puertollano

LINEAS DE MEDIA TENSION:

LINEA	a Ceder	Titular
Línea 1 - 2	Si	Ayto de Puertollano

CENTROS DE TRANSFORMACION:

Centro	a Ceder	Titular
CS	Si	Solar y Led Capital 2018 S.L

1.6 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Los materiales usados en instalaciones privadas deben ajustarse a las Normas Nacionales, y su calidad será calificada por la entidad correspondiente. Serán de procedencia nacional y marcas de reconocido prestigio.

1.7 REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

Normas Generales:

Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Real Decreto 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.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.

Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.

Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).

Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.

Real Decreto 1634/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica a partir de 1 de enero de 2007.

Decreto 6/2003 de 16 de enero, por el que se regulan las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.

Instrucción de 17 de noviembre de 2004 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre tramitación simplificada de determinadas instalaciones de distribución de alta y media tensión.

Orden de 8 de octubre de 2003, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se regula el procedimiento de acreditación del cumplimiento de las condiciones de seguridad industrial de las instalaciones eléctricas de baja tensión, adaptándola a la nueva legislación

Instrucción N° 1/2005/RSI sobre aplicación de la Guía Técnica prevista en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Instrucción N° 2/2005/RSI sobre Locales de Pública Concurrencia.

Instrucción N° 3/2005/RSI sobre Instalaciones Eléctricas en Garajes.

Orden de 11 de septiembre de 2003, de la Consejería de Economía, Industria e Innovación, por la que se establecen procedimientos de actuación de los instaladores autorizados y de los organismos de control en el mantenimiento e inspección de las instalaciones eléctricas de baja tensión en locales de pública concurrencia, locales con riesgo de incendio o explosión y locales de características especiales.

Orden de 8 de Marzo de 1996, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo, sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas de alta tensión.

Real 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.

Resolución de 5 de julio de 2001, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 25 de abril de 2001 sobre procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 kV.

Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.

NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.

Normas UNE / IEC. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

Ordenanzas municipales del ayuntamiento de Manzanares el Real donde se ejecute la obra.

Condiciones que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.

Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

Normas UNE.

El Proyecto presentado se ajusta a lo especificado en las normas de la ITC-LAT 02, del Real Decreto 223/2008, siguientes:

- Generales:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 60060-3:2006	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60060-3 CORR.:2007	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60270:2002	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60865-1:2013	Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
UNE-EN 60909-0:2016	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
UNE-EN 60909-3:2011	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

- Cables y conductores:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21144-1-1:2012	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-1:2012	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
Modifica a: UNE 21144-1-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-1-3:2003	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
UNE 21144-2-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/1M:2002	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/21V1:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

UNE 21144-2-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1:2018	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.
UNE 21144-3-2:2000	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE 21144-3-3:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
UNE 21192:1992	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento adiabático.
UNE 211003-2:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36kV).
UNE 211435:2011	Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.
UNE-EN 50182:2002	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50182:2002/AC:2013	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50189:2000	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60228 CORR.:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 61232:1996	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
UNE-EN 61232/A11:2001	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
UNE-HD 620.9:2010	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).
PNE 211632-4A	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um =170 kV). Parte 4: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).

Accesorios para cables:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21021:1983	Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
UNE-EN 61442:2005	Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV)
UNE-EN IEC 61238-1-1:2020	Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV (Um=42 kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos.
UNE-HD 629.1:2008	Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.
UNE-HD 629.1:2008	Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

Apoyos y herrajes

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN ISO 10684:2006	Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación.
UNE 207009:2019	Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
UNE 207017:2010	Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE-EN 60652:2004	Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.
UNE-EN 61284:1999	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.
UNE-EN ISO 1461:2010	Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

Aisladores

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21009:1989	Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rótula de los elementos de cadenas de aisladores
UNE 21128:1980	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.

UNE 21128/1 M:2000	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
UNE-EN 61109:2010	Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61109:2010	Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61467:2010	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna decadenas de aisladores equipadas.
UNE-EN 60383-2:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladoresequipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61466-1:2016	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.
UNE-EN 61466-2:1999	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas
UNE-EN 61466-2/A1:2003	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

El Proyecto presentado se ajusta a lo especificado en las normas de laITC-RAT 02, del Real Decreto 337/2014, siguientes:

Generales:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definicionesgenerales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas demedida.
UNE-EN 60027-1:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte1:Generalidades.
UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte1:Generalidades.
UNE-EN IEC 60071-1:2020	Coordinación de aislamiento. Parte 1:Definiciones,principios y reglas.
UNE-EN 60027-4:2011	Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte4:Maquinas eléctricas rotativas.
EN 60617-7:1996	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores ydispositivos de conexión.
EN 60617-7:1996	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparamenta ydispositivos de control y protección.
UNE-EN 60617-8:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos demedida, lámparas y dispositivos de señalización.
UNE 207020:2012 IN	Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas deensayo y de medida de alta tensión.

Aisladores y pasatapas

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21110-2:1996	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exteriorpara instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE 21110-2 ERRATUM:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exteriorpara instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60507:2014	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para altatensióndestinados a redes de corriente alterna.

Aparamenta

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 62271-1:2019	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 62271-1:2019	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 61439-5:2015	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntosdeaparamenta para redes de distribución pública.

Seccionadores

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN IEC 62271-102:2021	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

Cables y accesorios de conexión de cables

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 211605:2022	Ensayo de envejecimiento climático de materialesderevestimiento de cables.

UNE-EN 60332-1-2:2005	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE 211006:2010	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
UNE 211620:2014	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.
UNE 211027:2013	Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
UNE 211028:2013	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36kV).

Interruptores, contactores e interruptores automáticos:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 62271-103:2012	Aparatura de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52kV.
UNE-EN 62271-106:2012	Aparatura de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.
UNE-EN 62271-100:2011	Aparatura de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

Aparatura bajo envoltorio metálico o aislante:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 62271-200:2012	Aparatura de alta tensión. Parte 200: Aparatura bajo envoltorio metálico de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-201:2015	Aparatura de alta tensión. Parte 201: Aparatura bajo envoltorio metálico de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 60529:2018/A2:2018	Grados de protección proporcionados por las envolturas (Código IP).
UNE-EN 60529:2018	Grados de protección proporcionados por las envolturas (Código IP).
UNE-EN 60529:2018/A1:2018	Grados de protección proporcionados por las envolturas (Código IP).
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolturas de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolturas de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolturas de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolturas de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Transformadores de Potencia.

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 60076-1:2013	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-2:2013	Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
UNE-EN 60076-3:2002	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-3:2014	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-5:2008	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
UNE-EN 50464-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50588-1:2016	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE 21428-1-1:2017	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional
UNE 21428-1-1:2017	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.

UNE 21428-1-2:2017	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
UNE-EN 50588-2:2019	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.
UNE-EN 50588-3:2018	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50588-4:2018	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50588-4:2018	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.

Centros de transformación prefabricados

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 62271-202:2015	Aparata de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
UNE-EN 62271-212:2017	Conjuntos compactos de aparata para centros de transformación (CEADS).

Fusibles de alta tensión.

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 60282-1:2011	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
HD 636 S1:1996 o IEC 60282-2:1995	Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

Normativa particular de UFD Distribución de Electricidad SA.

Proyectos tipo disponibles en su página web.

1.8 JUSTIFICACION DE LA INSTALACIÓN DE BT

La potencia fotovoltaica instalada, se determinará en los siguientes apartados, no excediendo de las 630kVA solicitados a la compañía distribuidora UFD Distribución de Electricidad SA.

Para la potencia prevista de 630kVA a instalar, se opta por un transformador de potencia de **630kVA 15/B2kV**, con normativa de ecodiseño y su correspondiente marcado CE y TIER 2

La justificación de la demanda de baja tensión, se podrá consultar en el apartado específico de Baja Tensión de este proyecto.

2. MEMORIA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MT

1. INTRODUCCION

A continuación, se describe el CS y el CT de 630kVA y las líneas en doble circuito subterráneas y las líneas en simple circuito, también subterráneas y se hace un resumen de la instalación que se va a realizar:

El transformador será de 630kVA, para elevar la tensión y verter a red.

La medida del consumo eléctrico se realizará en MT, en una celda habilitada a tal fin en el CT.

Punto de conexión: en la línea de media tensión CTV-716 en el tramo comprendido entre los centros de transformación 13CHWS y 13CKR8, realizando entrada y salida al nuevo centro de seccionamiento a instalar con celda de salida y de cliente telecontroladas vía GPRS/3G y medida en envolvente independiente al seccionamiento, el cual se deberá instalar en la vía pública con acceso libre y directo desde la misma.

Línea: CTV-716

Subestación: CTV CALATRAVA

Tipo de acometida: Entrada/Salida.

Tensión máxima y mínima de la red en el punto de conexión.

Tensión (KV): 15.

Potencia de cortocircuito:

Scc máx (MVA): 415,0.

Scc mín (MVA): 57,0.

Observaciones (especificaciones punto de conexión).

De acuerdo con el artículo 65 del RD 1955/2000, el citado acceso podrá restringirse temporalmente para garantizar el cumplimiento de los criterios de seguridad y fiabilidad establecidos para la operación y mantenimiento de las redes de distribución.

Para ello, se realizará una LSMT en doble circuito de sección de 3x240mm² RHZ1-2OL al CS y de éste al CT una línea de simple circuito de 3x240mm² RHZ1-2OL .

Tanto el CS como el CT de 630kVA tendrán acceso directo desde vía pública sin elementos que obstaculicen el mismo.

El acceso al CS será exclusivo de personal de la compañía distribuidora. Al ser de maniobra exterior deberá tener las dimensiones adecuadas para permitir la maniobrabilidad de los elementos que lo componen. Al ser instalación de maniobra exterior y trabajarse con las puertas de acceso abiertas se tomarán medidas preventivas que impidan el acceso inadvertido de personas ajenas al servicio.

El acceso a las máquinas y aparatos principales deberá ser fácil y permitirá colocarlos y retirarlos sin entorpecimiento mediante dispositivos externos, como un camión grúa, de manera que no precise la instalación de medios auxiliares en el propio CT

Para permitir un desplazamiento y manejo fáciles de elementos pesados del CT, como transformadores, los accesos tendrán la correspondiente señalización de prohibido aparcar.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO (CS)

El Centro de Seccionamiento, tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

2.1 Descripción de la instalación

2.1.1 Obra Civil

El Centro de Seccionamiento objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Seccionamiento se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

2.1.1.1. Características de los Materiales

Edificio de Seccionamiento: **CMS-21**

- Descripción

El centro de maniobra y seccionamiento **CSM-21** es un equipo de maniobra, seccionamiento y protección de circuitos trifásicos a frecuencia industrial para redes de distribución subterránea de Media Tensión.

Es un equipo de maniobra exterior con envolvente monobloque, prefabricado de hormigón, para instalación en superficie, fabricado de forma estándar, ensayado, equipado, suministrado y transportado desde fábrica como una sola unidad

Características Técnicas

Está diseñado siguiendo los requerimientos indicados en las normas IEC 62271-200 e IEC-62271-202.

- Envolvente

El equipo CMS está constituido por una única pieza de hormigón que forma toda la estructura tanto exterior como enterrada del mismo.

Por construcción, toda la envolvente, excepto las puertas y rejillas, fabricada en hormigón, con una resistencia característica de 300 kg/cm², está puesta a tierra, formando de esta manera una superficie equipotencial.

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

El cuerpo está dotado de cáncamos de elevación para la manipulación del edificio en conjunto.

En la parte inferior del centro están dispuestos los huecos semiperforados para la entrada y salida de cables.

- Accesos

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180°.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro la inferior.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura de color crema (RAL 9002)

Todos los elementos metálicos en contacto con el exterior están adecuadamente tratados contra la corrosión.

- Características detalladas

Puertas de acceso peatón: 1

Dimensiones exteriores:

Longitud:	2355 mm
Fondo:	1370 mm
Altura:	2496 mm
Altura vista:	1920 mm
Peso:	4150 kg

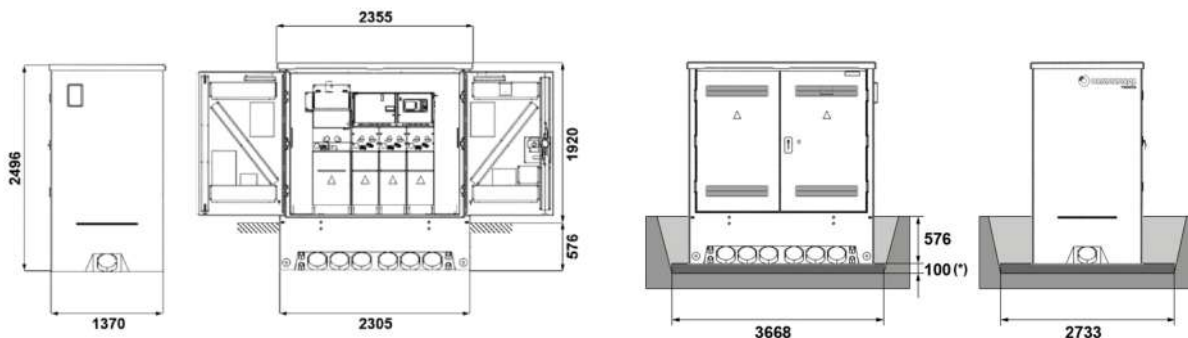
Dimensiones de la excavación:

Longitud:	3668 mm
Fondo:	2733 mm
Profundidad:	676 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.



Peso: 4150 kg + Aparamenta 3L 2TC + TT (570 kg.)

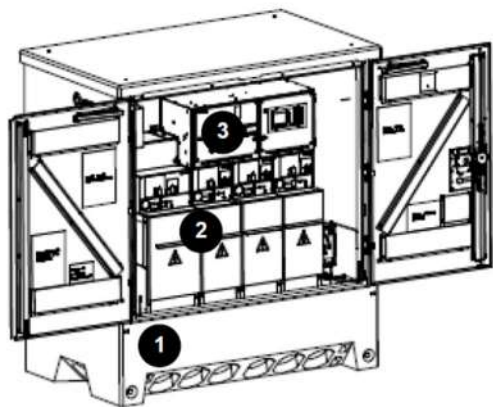


DIMENSIONES EXCAVACION (SEGÚN MO-113-ES)

ANCHO: 3668 mm

ALTO: 2733 mm

FONDO: 576+100 mm



2.1.2 Instalación Eléctrica

2.1.2.1 Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Seccionamiento es del tipo subterráneo, con una tensión de 15kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 13,5kA eficaces.

2.1.2.2 Características de la Aparamenta de Media Tensión

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: **CGMCOSMOS-3L**

El sistema **CGMCOSMOS** está compuesto por 3 posiciones de línea, con las siguientes características:

- Celdas **CGMCOSMOS**

El sistema **CGMCOSMOS** compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema cgmcosmos modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ormalink, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la apartamenta a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, evita, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas o la apartamenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda cgmcosmos y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, etc.).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema cgmcosmos compacto tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **CGMCOSMOS** es que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas **CGMCOSMOS** son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases 50 kV

a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

2.1.2.3 Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

01859313 - CELDA COMPACTA SF6 3L 2TC GPRS + TT

Sistema de Celdas de Media Tensión bajo envoltorio metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa IEC / UNE-EN 62271-200 para instalación interior con las siguientes características generales estándar:

Celda compacta de Media Tensión con 3 funciones de entrada / salida de cable más 1 función de protección y seccionamiento al transformador para alimentación de los Servicios Auxiliares del CS con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos

Tensión asignada Ur	24 kV
Intensidad asignada	400 A
Intensidad de corta duración Ik	16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
Intensidad de corta duración PaT	1 kA eficaz – 2,5 kA cresta 1 s
Clasificación Arco Interno	IAC AFL 16 kA - 0,5 s
nº de cubas	2 (3L + PSSAA)
Densímetro	SI (3L)
Tipo de Telecontrol	GPRS – 3G
Extensible	Ambos lados
T.T.	Bifásico - 350 VA

CELDA COMPACTA SF6 3L 2TC GPRS

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

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

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador tipo B con durabilidad para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora contactos de señalización de posición del interruptor – seccionador:

Interruptor: 2 NA + 2 NC + Seccionador de PaT: 1 NA + 1 NC

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

3 Pasatapas por posición de línea de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables según normas GNF (Euromold K400 TB-27-95/240-14.5).

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 400 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

9 Divisores capacitivos de 24kV

CMPF SSAA

En la función de protección con fusibles, mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual con retención tipo BR con bobina de disparo y mecanismo de disparo combinado interruptor – fusible, según IEC 62271-105.

Endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora un contacto de señalización de posición del interruptor – seccionador:

Interruptor / Seccionador / Seccionador de PaT: 1 NAC

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

Pasatapas en función de protección con fusibles de 250 A, tipo A, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales

enchufables según normas GNF

3 Divisores capacitivos de 24 Kv

- Fusibles para protección trafo bifásico (independiente a 15 o 20 kV) → 2 A.
- Puente de Media Tensión Bifásico compuesto por bornas Euromold K152 SR-GH-50/95-14.5 Conductor RHZ1 2OL 12/20 kV. H16 de 1X95 mm² + bornas Euromold K158 LR-GH-50/95-14.5
- Transformador de Tensión Bifásico de 350 VA – 15-20 / 0,23 kV para alimentación de los SSAA (Telecontrol e iluminación del C.S.)
- CBT en el compartimento superior de la celda de Fusibles que incluye:
 - 2 Fusibles de 2 A, protección BT
 - Interruptor automático protección TC
 - Interruptor automático + Diferencial protección Alumbrado

SEGURIDAD (COMUN)

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta a tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección:

Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 33 según EN 60529.
 Cuba: IP X7 según EN 60529
 Protección a impactos en
 cubiertas metálicas IK 08 según EN 5010
 cuba IK 09

4 Indicadores luminosos autoalimentados de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

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

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo AA de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL 16kA 0,5 s.

2.1.2.4 Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Equipos de iluminación:

2.1.3 Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

2.1.4 Unidades de protección, automatismo y control

Telecontrol y Tele gestión

2 MANDOS MOTOR EN LAS 2 CELDAS DE LÍNEA DE LA DERECHA a 48 Vcc (Salida CIA y Salida Abonado)

ARMARIO TC COMPLETO sobre celda (3L) incluyendo:

Remota Telecontrol 16E + 6S) compuesta por 3 RCI RTU + 2 DPF
 3 Remota modelo ORMAZABAL ekor RCI RTU
 2 DPF Direccional modelo ORMAZABAL ekor RCI RTU DPF
 Fuente de alimentación segura puntos MT ORMAZABAL modelo ekorBAT 200
 2 KIT 7 SENSORES INTENSIDAD Y TENSIÓN PARA DPF DIRECCIONAL. 3 Sensores V (ekor EVTC) + 3 Intensidad + Toro Homopolar

2.1.5 Puesta a tierra

2.1.5.1 Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

2.1.5.2 Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

2.1.6 Instalaciones secundarias

- Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

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

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

CENTRO TRANSFORMACIÓN DE 630kVA

A continuación, se describen las características del centro de transformación de 630kVA.

Resumen de Características

Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

Potencia del Transformador: 630kVA

Tipo de Transformador

Refrigeración del transformador: aceite

Volumen Total en Litros de Dieléctrico

Volumen de dieléctrico transformador: 395 l

Volumen Total de Dieléctrico: 395 l

Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

Características Generales del Centro de Transformación

El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía Gas Natural Fenosa a la tensión trifásica de 15kV y frecuencia de 50Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

La alimentación a la nueva instalación eléctrica se alimentará mediante una línea de media tensión subterránea con las características descritas en el siguiente apartado.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

CGMCOSMOS: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa verter energía a una tensión de 15000 V, con una potencia máxima simultánea de 600kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 630kVA

Descripción de la instalación

Obra Civil

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

Características de los Materiales

Edificio de Transformación: **PFU-4/30**

- Descripción

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

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

- Envolvente

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

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

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

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

- Placa piso

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

- Accesos

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

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación

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

- Acabado

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

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

- Calidad

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

- Alumbrado

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Características Detalladas

Nº de transformadores:	1
Tipo de ventilación:	Especial
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores

Longitud:	4460 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3240 mm
Altura vista:	2780 mm
Peso:	13465 kg

Dimensiones interiores

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2550 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

Instalación Eléctrica

Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 15kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 13,5kA eficaces.

Características de la Aparata de Media Tensión

Características Generales de los Tipos de Aparata Empleados en la Instalación.

Celdas: CGMCOSMOS

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

-Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
 - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
 - cuba: IK 09 según EN 5010
- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **CGMCOSMOS** es que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas **CGMCOSMOS** son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

Entrada: **CGMCOSMOS-L INTERRUPTOR-SECCIONADOR**

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL**, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **EKOR.VPIS** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **EKOR.SAS**.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
Nivel de aislamiento	

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	

- Corriente principalmente activa:	400 A
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	95 kg

- Otras características constructivas:

Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Protección General: **CGMCOSMOS-P PROTECCIÓN FUSIBLES**

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL**, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-P** de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra **EKOR.SAS**, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del

seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
Intensidad asignada en la derivación:	200 A
Intensidad fusibles:	3x63 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
Nivel de aislamiento	

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases (cresta):	125 kV

Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa:	400 A
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

Ancho:	470 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	140 kg

- Otras características constructivas:

Mando posición con fusibles:	manual tipo BR
Combinación interruptor-fusibles:	combinados

Medida: **CGMCOSMOS-M MEDIDA**

Celda con envoltorio metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-M** de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:

Tensión asignada:	24 kV
Clasificación IAC:	AFL

- Características físicas:

Ancho:	800 mm
Fondo:	1025 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	165 kg

- Otras características constructivas:

Transformadores de medida:	3 TT y 3 TI
----------------------------	-------------

De aislamiento seco y contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

* Transformadores de tensión

Relación de transformación:	16500/V3 / 110/V3 - 110/3 V
Sobretensión admisible en permanencia:	1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas

Medida

Potencia:	25 VA
Clase de precisión:	0,5

Protección

Potencia:	50 VA
Clase de precisión:	3 P

* Transformadores de intensidad	
Relación de transformación:	20 - 40 A
Intensidad térmica:	80 In (mín. 5 kA)
Sobreint. admisible en permanencia:	Fs ≤ 5
Medida	
Potencia:	15 VA
Clase de precisión:	0,5 s
Protección	
Potencia:	15 VA
Clase de precisión:	5 P 10

Tipo 2 (MT)

NORMAS PARA LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA

- Deberá definir los accesos a la medida de forma que estos sean de libre acceso desde la vía pública para el personal de Unión Fenosa distribución.
- Deberá instalar en régimen de alquiler o en propiedad el equipo de medida y el equipo de comunicaciones, preferentemente módem GPRS, autorizado por U.F. distribución. ⁽¹⁾
- Deberá presentar todos los protocolos de las verificaciones primitivas de los aparatos de medida.
- Deberá instalar armario de medida normalizado, armario **A.T.-Tipo 2-3 de 750x750** con una regleta de verificación de 10 bornas.
- Mediante canalizaciones fijas en superficie, se instalarán 2 tubos protectores rígidos, según ITC-BT-21, los cuales irán desde la celda de medida en A.T. hasta el armario de medida. Por el tubo de intensidades irán 6 cables flexibles unipolares o manguera con aislamiento XLPE y tensión 0,6/1kV., apantallados, de 6 mm², debidamente timbrados y en los extremos con collarines Re y Rs para la fase R, Se y Ss para la fase S, Te y Ts para la fase T. Por el de tensiones irán 4 cables unipolares con aislamiento XLPE y tensión 0,6/1 Kv., apantallados, de 6 mm², debidamente timbrados y en los extremos con collarines R, S, T y N.

⁽¹⁾ Si la cobertura GPRS no esté garantizada, será preciso disponer de línea de comunicaciones exclusiva e independiente.

ARMARIO DE RESISTENCIAS Y RESISTENCIAS DE CARGA DE PRECISION DE TRANSFORMADORES DE TENSION:

Para el caso de los transformadores de tensión, y en cumplimiento de los procedimientos de operación del Operador del Sistema deberá garantizar la carga de al menos el 50% de la carga de precisión del secundario de medida.

En caso necesario se instalarán cargas artificiales para conseguirlo, dichas cargas irán en una caja independiente lo más cerca posible de los transformadores

ARMARIO DE MEDIDA, ALOJANDO EN SU INTERIOR:

EQUIPO DE MEDIDA, TANTO EN RÉGIMEN DE ALQUILER COMO EN PROPIEDAD

- 1 Ud. Equipo integral / **5 Amp. /63,50 V.** clase **C - 1** instalado por Unión Fenosa distribución.

CELDA DE MEDIDA

- 1 Ud. Resistencia vitrificada de 25 ohmios y 800 W
- 3 Uds. Transformadores de Tensión 16500√3/110√3-110:3 de 15 VA clase (*) **0,5** con dispositivo antiexplosivo.
- 3 Uds. Transformadores de Intensidad 5 VA clase (*) **0,5S** 200 In, medida a 4 hilos, relación **25-50/5** conectados según la potencia a contratar.

(*) En suministros tipo 2 se aconseja clase 0,2 en T.T. y 0,2 S en T.I.

Transformador: **Transformador de 630kVA refrigeración en aceite 15/B2kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15kV y tensión secundaria 420V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

Regulación en el primario:	+/- 5%, +/- 2,5%
Tensión de cortocircuito (Ecc):	4%
Grupo de conexión:	Dyn11
Protección incorporada al transformador:	Termómetro

Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **Interruptor en carga + Fusibles**

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de apartamento de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro de baja tensión, tendrá las siguientes características:

Interruptor manual de corte en carga de 1000A.
 Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30mA.
 Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
 Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
 Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

Tensión asignada: 440 V

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
 a tierra y entre fases: 10 kV
 entre fases: 2,5 kV

Impulso tipo rayo:
 a tierra y entre fases: 20 kV

Dimensiones:

Altura: 1820 mm
 Anchura: 580 mm
 Fondo: 300 mm

Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la apartamento.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1-1OL, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 5xfase+5xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

Cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

Puesta a tierra

Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

Instalaciones secundarias

- Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

- Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

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

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

Planificación

Las diferentes etapas del proyecto se marcarán en obra.

Limitación de campos magnéticos

Al objeto de limitar en el exterior de las instalaciones de alta tensión los campos magnéticos creados en el exterior por la circulación de corrientes de 50Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, se tomarán las siguientes medidas:

- Los conductores trifásicos se dispondrán lo más cerca posible uno del otro, preferentemente juntos y al tresbolillo.

- En el caso en el que las interconexiones de baja tensión del transformador se ejecuten con varios cables por fase, se agruparán las diferentes fases en grupos RSTN. No se llevarán por tanto conductores de la misma fase en paralelo.

Cuando los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables, o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectúan por el suelo y adoptan la disposición en triángulo y formando ternas.

b) La red de baja tensión se diseña igualmente con el criterio anterior.

c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.

d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

Protección contra incendios

Con carácter general se adoptarán las medidas siguientes:

a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores. En nuestro caso, se dispone de un (1) transformador que contienen más de 50 litros de dieléctrico líquido, por tanto, se dispone de un foso de recogida del líquido para el transformador, con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del transformador.

En el caso que nos ocupa, puesto que el dieléctrico líquido de cada transformador, tiene un punto de combustión igual o superior a 300°C será suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames, que impida su salida al exterior.

Sistemas de extinción.

b.1) Extintores móviles.

Se ha colocado un extintor de eficacia 89B, en la instalación, colocado en el interior del CT.

b.2) Sistemas fijos.

En aquellas instalaciones con transformadores cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300°C y potencia instalada de cada transformador mayor de 1000kVA en cualquiera o mayor de 4000kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones.

En nuestro caso, NO aplica, puesto que, la potencia del transformador es menor de 1000kVA.

c) Resistencia al fuego de la envolvente.

El CT, al estar situado en interior de un edificio que alberga otras instalaciones, constituirá un sector de incendios independiente, el cual, será descrito en proyecto específico de incendios.

d) Pantallas y sectores de incendios.

En todas las instalaciones, cuando se instalen juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.

En el CT objeto de proyecto, no ha sido necesaria la instalación de placas separadoras, puesto que los transformadores, están separados físicamente en el interior del edificio que los alberga, según planos adjuntos.

RUIDOS

El centro de Transformación se diseña de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el RD 1367/2007 por el que se desarrolla la ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Se tomarán en consideración los niveles sonoros permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas si estos fuesen más restrictivos. Complementariamente, el transformador, que es el elemento generador de vibraciones, se instalará con las precauciones necesarias para reducir los niveles transmitidos por su funcionamiento y que se encuentre dentro de los parámetros que indica la normativa.

En el Anexo II del citado RD, se indican los siguientes objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes:

Tipo de área acústica		Ld	Le	Ln
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65

El principal emisor acústico es el transformador, y según el protocolo de pruebas incluido en el anexo correspondiente, la potencia acústica máxima asciende a 50dB, con lo que el nivel de ruido es admisible.

Complementariamente, los elementos generadores de vibraciones (como pueden ser los propios transformadores) se instalarán con las precauciones necesarias (como puede ser mediante instalación de silent-blocks) para reducir los niveles transmitidos por su funcionamiento y evitar que se superen los niveles máximos admitidos por las Ordenanzas Municipales.

Por último, y con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Cuando el recinto donde se ubica la instalación de alta tensión se encuentre dentro de edificios de viviendas y no se pueda demostrar el cumplimiento de los límites mediante cálculos, se adoptarán medidas adicionales para cumplir dichos niveles.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá realizar, por control estadístico o a petición de parte interesada, inspecciones con sus propios medios o delegar dichas mediciones en organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas de ruido.

CALCULO DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Intensidad de Media Tensión

Al no incluirse transformadores en este Centro, la intensidad de MT considerada es la del bucle, que en este caso es 400A.

Intensidad de Baja Tensión

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia.

Cortocircuitos

Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U_p tensión de servicio [kV]

I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350MVA y la tensión de servicio 15kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 13,5kA$$

Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia.

Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Comprobación por solicitud electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 33,7kA$$

Comprobación por solicitud térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor.

En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 13,5kA.$$

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay protección de transformador en MT o en BT.

Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Al no incluirse transformadores en esta aplicación, no es necesario que se disponga de ventilación adicional en el Centro.

Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150Ω·m.

Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d\ max\ cal.} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot w \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c) \quad (2.9.2.a)$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]

L_a Longitud de las líneas aéreas [km]

L_c Longitud de las líneas subterráneas [km]

C_a Capacidad de las líneas aéreas [0,006 mF/km]

C_c Capacidad de líneas subterráneas [0.250 mF/km]

$I_{d\ max\ cal.}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d\ max}$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a:

$$I_{d\ max\ cal.} = 20,89A$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d\ max} = 10A$$

Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: $U_r = 15\ kV$

Puesta a tierra del neutro:

Longitud de líneas aéreas $L_a = 10\ km$

Longitud de líneas subterráneas $L_c = 10\ km$

Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 10\ A$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$$V_{bt} = 8000\ V$$

Características del terreno:

Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
 Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

I_d intensidad de falta a tierra [A]
 R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

U_n tensión de servicio [V]
 w pulsación del sistema ($w=2 \cdot \pi \cdot f$)
 C_a capacidad de las líneas aéreas (0.006 mF/km)
 L_a longitud de las líneas aéreas [km]
 C_c capacidad de las líneas subterráneas (0.250 mF/km)
 L_c longitud de las líneas subterráneas [km]
 R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$I_d = 8 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$R_t = 999,73 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Seccionamiento

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$K_r \leq 6,6649$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	25-25/5/42
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Distancia de la red:	2.0x2.0 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
Número de picas:	cuatro (4)
Longitud de las picas:	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia $K_r = 0.18$

De la tensión de paso $K_p = 0.0395$

De la tensión de contacto $K_c = 0.1188$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r coeficiente del electrodo
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Seccionamiento:

$R'_t = 27 \text{ Ohm}$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$I'_d = 10 \text{ A}$

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_d tensión de defecto [V]

por lo que, en el Centro de Seccionamiento:

$V'_d = 270 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_c tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Seccionamiento:

$V'_c = 178,2 \text{ V}$

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$V'_p = 59,25 \text{ V}$ en el Centro de Seccionamiento

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Seccionamiento

Los valores admisibles son, para una duración total de la falta igual a: $t = 0,7 \text{ seg}$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * R_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

U_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$V_p = 10620 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

V_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_0 resistividad del hormigón en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$V_p(acc) = 26010 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Seccionamiento inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V_p = 59,25 \text{ V} < V_p = 10620 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V_p(acc) = 178,2 \text{ V} < V_p(acc) = 26010 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V_d = 270 \text{ V} < V_{bt} = 8000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 5 \text{ A} < I_d = 10 \text{ A} < I_{dm} = 10 \text{ A}$$

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

En este caso no se separan las tierras de protección y de servicio al ser la tensión de defecto inferior a los 1000 V indicados.

En el Centro de Seccionamiento no existe ninguna tierra de servicios luego no existirá ninguna transferencia de tensiones.

Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

CALCULO CENTRO DE TRANSFORMACION

Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U_p tensión primaria [kV]

I_p intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 630kVA.

I_p = 24,25A

Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 630kVA, y la tensión secundaria es de 420V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U_s tensión en el secundario [kV]

I_s intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420V en vacío puede alcanzar el valor

I_s = 866A.

Cortocircuitos

Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U_p tensión de servicio [kV]

I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P potencia de transformador [kVA]

E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]

U_s tensión en el secundario [V]

I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350MVA y la tensión de servicio 15kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 13,5kA$$

Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 21,7kA$$

Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400A.

Comprobación por solicitud electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 33,7kA$$

Comprobación por solicitud térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 13,5kA.$$

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.

No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.

No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 50A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones. Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

-Protecciones en BT

Las protecciones han sido elegidas según las necesidades de la instalación, considerando el cuadro como un especial.

Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador: La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 24,2A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235A para un cable de sección de 95mm² de Al según el fabricante.

Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA

960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 litros de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150Ω·m.

Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d\ max\ cal.} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot w(C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c) \quad (2.9.2.a)$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]

L_a Longitud de las líneas aéreas [km]

L_c Longitud de las líneas subterráneas [km]

C_a Capacidad de las líneas aéreas [0,006 mF/km]

C_c Capacidad de líneas subterráneas [0.250 mF/km]

$I_{d \text{ max cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d \text{ max}}$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a:

$$I_{d \text{ max cal.}} = 20,89 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d \text{ max}} = 10 \text{ A}$$

Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: $U_r = 15 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

Longitud de líneas aéreas $L_a = 10 \text{ km}$

Longitud de líneas subterráneas $L_c = 10 \text{ km}$

Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 10 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$$V_{bt} = 8000 \text{ V}$$

Características del terreno:

Resistencia de tierra $R_o = 150 \Omega \cdot \text{m}$

Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \Omega$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

I_d intensidad de falta a tierra [A]

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ω]

V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (w \cdot C_a \cdot L_a + w \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

U_n tensión de servicio [V]

w pulsación del sistema ($w=2 \cdot \pi \cdot f$)

C_a capacidad de las líneas aéreas (0.006 mF/km)

L_a longitud de las líneas aéreas [km]

C_c capacidad de las líneas subterráneas (0.250 mF/km)

L_c longitud de las líneas subterráneas [km]

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 8 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 999,73 \Omega$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad \text{donde:} \quad (2.9.4.c)$$

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$K_r \leq 6,6649$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	50-30/5/42
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Distancia de la red:	5.0x3.0 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
Número de picas:	cuatro
Longitud de las picas:	2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

De la resistencia $K_r = 0,093$
 De la tensión de paso $K_p = 0,021$
 De la tensión de contacto $K_c = 0,0461$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:
 Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.

En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r coeficiente del electrodo
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$R'_t = 13,95 \text{ Ohm}$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$I'_d = 10 \text{ A}$

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$V'_d = 139,5 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_c tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$V'_c = 69,15 \text{ V}$

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p coeficiente
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 I'_d intensidad de defecto [A]
 V'_p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$V'_p = 31,5 \text{ V}$ en el Centro de Transformación

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a $t = 0,7 \text{ sg}$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * R_o}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

U_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$V_p = 6313 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_o + 3 * R'_o}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

V_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
 R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
 R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]
 R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$V_p(\text{acc}) = 15461,5 \text{ V}$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$V'_p = 31,5 \text{ V} < V_p = 6313 \text{ V}$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$V'_p(\text{acc}) = 69,15 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 15461,5 \text{ V}$

Tensión de defecto:

$V'_d = 139,5 \text{ V} < V_{bt} = 8000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

$I_a = 5 \text{ A} < I_d = 10 \text{ A} < I_{dm} = 10 \text{ A}$

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

Aunque no es preciso mantener la separación entre ambos sistemas de tierra, según se deduce de los cálculos, se desea mantener voluntariamente esta separación.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d intensidad de defecto [A]
D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

D = 0,24 m

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación:	5/32 (según método UNESA)
Geometría:	Picas alineadas
Número de picas:	tres
Longitud entre picas:	2 metros
Profundidad de las picas:	0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

Kr = 0,135
Kc = 0,0252

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

Rtserv = Kr · Ro = 0,135 · 150 = 20,25 < 37 Ohm

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

2.5 LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN

A continuación, se describen las líneas de media tensión, que conectan los puntos de entronque con el CS y este, con el CT de 630kVA, objeto de proyecto.

1. TRAZADO DE LA LINEA.

Punto de conexión: en la línea de media tensión CTV716 en el tramo comprendido entre los centros de transformación 13CHWS y 13CKR8, realizando entrada y salida al nuevo centro de seccionamiento a instalar con celda de salida y de cliente telecontroladas vía GPRS/3G y medida en envolvente independiente al seccionamiento, el cual se deberá instalar en la vía pública con acceso libre y directo desde la misma.

Línea: CTV-716

Subestación: CTV CALATRAVA

Tipo de acometida: Entrada/Salida.

Tensión máxima y mínima de la red en el punto de conexión.

Tensión (KV): 15.

Potencia de cortocircuito:

Scc máx (MVA): 415,0.

Scc mín (MVA): 57,0.

En su recorrido, las LSMT discurren por el término municipal de Puertollano, con una longitud de 10m las LSMT en doble circuito y 5m la LSMT en simple circuito. A estas LSMT las identificaremos como LSMT-1 y LSMT-2 para el bucle y LSMT-3 para la línea que alimenta el CT de 630kVA.

La sección y aislamiento a usar para estas LSMT, será de S: 3x240mm², RHZ1-2OL, 12/20kV

La justificación por cálculo de estas instalaciones, se puede ver en cálculos adjuntos.

En resumen:

Entronque: LSMT CTV 716 Subestación: CTV CALATRAVA

LSMT-1: línea que conecta el punto de entronque con el CST, con longitud 10m.

LSMT-2: línea que conecta el CST con el punto de entronque, con longitud 10m.

LSMT-3: línea que conecta el CST con el CT de 630kVA, con longitud 5m.

Las coordenadas UTM 30 – ETRS 89 de la línea son:

LINEA	INICIO		FIN	
	X	Y	X	Y
LSMT - 1	407153	4281421	407146	4281429
LSMT - 2	498054	4336127	407153	4281421
LSMT - 3	407153	4281421	407150	4281419
HUSO	30		30	

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS:

CARACTERÍSTICAS	Pto. Entronque – CS	CS – Pto. Entronque	CS – CTM 630kVA
Categoría	3ª	3ª	3ª
Corriente	Alterna trifásica	Alterna trifásica	Alterna trifásica
Frecuencia	50Hz	50Hz	50Hz
Tensión	12/20kV	12/20kV	12/20kV
Longitud	10m	10m	5m
Inicio LSMT	Punto Entronque	CS	CS
Fin LSMT	CS	Punto Entronque	CTM de 630kVA
Conductor	3x240mm ² Al, 12/20kV RHZ1-2OL H16	3x240mm ² Al, 12/20kV RHZ1-2OL H16	3x240mm ² Al, 12/20kV RHZ1-2OL H16
Circuitos por fase	1	1	1

2. MATERIALES.

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad, en este caso UNION FENOSA.

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red (Aislamiento pleno).

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero S-275. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de 0,61 kg/m² como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO₄ Cu al 20 % de una densidad de 1,18 a 18°C sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

3. CONDUCTORES.

La sección nominal mínima admisible de los conductores de cobre y sus aleaciones será de 10mm². En el caso de los conductores de acero galvanizado la sección mínima admisible será de 12,5mm². Para los demás metales, no se emplearán conductores de menos de 350kg de carga de rotura.

Fundamentalmente se emplearán conductores del tipo denominado de aluminio con alma de acero, según condiciones de las compañías suministradoras.

En el caso en que se utilicen conductores usados, procedentes de otras líneas desmontadas, las características que afectan básicamente a la seguridad deberán establecerse razonadamente, de acuerdo con los ensayos que preceptivamente habrán de realizarse.

Cuando en una línea eléctrica se empleen como conductores cables, cualquiera que sea su composición o naturaleza, o alambres de más de 6 mm de diámetro, los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores.

Los empalmes y las conexiones de conductores no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90 por 100 de la carga del cable empalmado.

La conexión de conductores, tal y como ha sido definida en el presente apartado, sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas horizontales de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20 por 100 de la carga de rotura del conductor.

Para conductores de alambre de 6 mm o menos de diámetro, se podrá realizar el empalme por simple retorcimiento de los hilos.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

Se prohíbe colocar en una instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas horizontales de amarre.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

4. INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS

La canalización, se dispondrá por terrenos de dominio privado, por suelo público, que tenga además, las cotas de nivel previstas en proyecto, evitando en lo posible, los cambios bruscos de dirección, siendo el trazado lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a elementos fijos, como puede ser el borde la carretera.

EN CANALIZACION ENTUBADA

La instalación de la LSMT objeto de proyecto, se realizara mediante canalización entubada enterrada, con las prescripciones que a continuación se citan.

La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6m en acera o tierra, ni de 0,8m en calzada. En nuestro caso, la profundidad, será de aproximadamente 0.7m en todo el trazado.

Estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético.

Antes del tendido se eliminará de su interior 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 correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

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

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior, para advertir de la presencia de cables de alta tensión

DISPOSICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS CABLES

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás.

Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

5 CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS

No aplican al presente proyecto.

6 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

7 PLANOS DE IDENTIFICACION DE LOS CABLES

Las empresas propietarias de los cables, una vez canalizados estos, deberán disponer de planos de situación de los mismos en los que figuren las cotas y referencias suficientes para su posterior identificación. Estos planos deben servir tanto para la identificación de posibles averías en los cables, como para poder señalarlos frente a obras de terceros.

8 PETICIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS

Cualquier contratista de obras que tenga que realizar trabajos de proyecto o construcción en vías públicas (calles, carreteras, etc.) estará obligado a solicitar a la empresa eléctrica (o empresas) que distribuya en aquella zona, así como a los posibles propietarios de servicios, la situación de sus instalaciones enterradas, con una antelación de 30 días antes de iniciar sus trabajos. Asimismo, la empresa eléctrica (o empresas) y los demás propietarios de servicios facilitarán estos datos en un plazo de 20 días. En aquellas zonas donde existan empresas dedicadas a la recogida de datos información y coordinación de servicios, serán estas las encargadas de aportar estos datos.

El contratista deberá comunicar el inicio de las obras a las empresas afectadas con una antelación mínima de 24 horas.

En el caso de que las obras afecten, por proximidad o por incidencia directa, a canalizaciones eléctricas, el contratista de obras notificará a la empresa eléctrica afectada o al propietario de los servicios el inicio de las obras, con objeto de poder comprobar sobre el terreno las posibles incidencias. Se realizará conjuntamente el replanteo, para evitar posibles accidentes y desperfectos.

9 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

CONDICIONES GENERALES

Los cables subterráneos enterrados directamente en el terreno deberán cumplir los requisitos señalados en el presente apartado y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de A.T.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización. Estos requisitos no serán de aplicación a cables dispuestos en galerías. En dichos casos, la disposición de los cables se hará a criterio de la empresa que los explote; sin embargo, para establecer las intensidades admisibles en dichos cables, deberán aplicarse, cuando corresponda, los factores de corrección definidos en el capítulo 6 de la presente instrucción.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

CRUZAMIENTOS

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de AT.

Cabe mencionar que estas características, hacen referencia a cruces con instalaciones públicas.

Calles y carreteras

LSMT-1 y LSMT-2: Las LSMT cruzan una vía pública, en perpendicular, como se puede apreciar en planos.

Los cables se colocaran en canalizaciones hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo, será como poco de 0.6m y el cruce, se realizara de forma perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles

No existen cruces con ferrocarriles.

Otros cables de energía eléctrica

En la zona objeto, discurre una línea subterránea de BT, para alimentación del alumbrado público. Siempre que sea posible, se procurará que los cables de MT discurren por debajo de los de BT.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica será de 25cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según Norma UNE-EN 50086-2-4, para estas canalizaciones serán de polietileno de alta densidad de color rojo de 6m de longitud y 160mm de diámetro, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 40 J.

Cables de telecomunicación

No existen cruces conocidos con cables de telecomunicación.

Canalizaciones de abastecimiento de agua

Existen cruces con canalizaciones de agua, para abastecimiento del edificio.

En los cruzamientos de cables con conducciones de agua se guardará una distancia mínima de 20cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia mayor a 1m del cruce.

Canalizaciones de abastecimiento de gas

No existen cruces con canalizaciones de gas.

Conducciones de alcantarillado

Existen cruces con redes de saneamiento del municipio.

En los cruzamientos de cables con conducciones de alcantarillado bajo tubo se guardará una distancia mínima de 20cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1m. del cruce.

Depósitos de carburante

No existen depósitos de carburante en las cercanías de las LMT.

PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los cables subterráneos de AT deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones. Cabe mencionar que estas características, hacen referencia a paralelismos con instalaciones públicas.

Otros cables de energía eléctrica

Las LSMT no discurren en paralelo con otros cables de MT.

Cables de telecomunicación

No existen paralelismos conocidos con cables de telecomunicaciones.

Canalizaciones de agua

No existen paralelismos conocidos con canalizaciones de agua, ni de uso ni de alcantarillado.

Canalizaciones de gas

La canalización de cables, discurre sin paralelismos con canalizaciones de gas.

10 INTENSIDADES ADMISIBLES

Intensidades máximas permanentes en los conductores

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyectista justificará y calculará según la Norma UNE 21144 la intensidad máxima permanente admisible del conductor, con el fin de no superar su temperatura máxima asignada. Se permitirán otros valores de intensidad máxima permanentes admisibles siempre que correspondan con valores actualizados y publicados en las normas EN y CEI aplicables. En su defecto se aplicarán las tablas de intensidades máximas admisibles recogidas en este apartado.

Si se prevén condiciones de instalación o tipo de cables distintos a los indicados en este capítulo, éstas deberán estar justificadas por el proyectista con el fin de no superar la temperatura máxima asignada al conductor.

11 PROTECCIONES

11.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

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

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

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

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

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

El proyectista analizará la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, en cuyo caso se utilizará de seccionamiento tripolar en lugar de seccionamiento unipolar.

11.1.1 Protección contra cortocircuitos

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

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

En nuestro caso, la protección contra cortocircuitos, se realizara en el origen de las LSMT, propiedad de la compañía distribuidora de la zona, es decir, que en el entronque, no hay protecciones específicas.

11.1.2 Protecciones contra sobrecargas

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

En nuestro caso, la protección contra sobrecargas, se realizara en el origen de las LSMT, propiedad de la compañía distribuidora de la zona, es decir, que en el entronque, no hay protecciones específicas.

Todo esto, se puede apreciar en planos adjuntos.

11.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

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

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

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

12 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas.

Cuando no se conecten ambos extremos a tierra, el proyectista deberá justificar en el extremo no conectado que las tensiones provocadas por el efecto de las faltas a tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla, no producen una tensión de

contacto aplicada superiores al valor indicado en la ITC-LAT 07, salvo que en este extremo la pantalla esté protegida por envolvente metálica puesta a tierra o sea inaccesible. Asimismo, también deberá justificar que el aislamiento de la cubierta es suficiente para soportar las tensiones que pueden aparecer en servicio o en caso de defecto.

13. ENTRONQUE.

El entronque se realizará mediante una doble conexión en la LSMT de la zona, propiedad de la compañía eléctrica y con nombre (LMT **CTV 716**), como previamente se indicó.

Para la entrada al CST y al CTM de 630kVA, se usarán conectores apantallados en forma de 'T' con el aislamiento adecuado.

14. EMPALMES Y APARAMENTA ELECTRICA.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

La aparamenta eléctrica que interviene en el diseño de la red eléctrica queda descrita perfectamente en el anexo de cálculo del proyecto.

En el empalme de las líneas de MT se usarán empalmes universales en frío en versión unipolar con aislamiento de 18/30kV del tipo ELASPEED. En nuestro caso, se procurará no se realizar empalmes.

15. ANEXO DE CÁLCULO

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

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

$$e = 1.732 \times I[(L \times \cos j / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \sin j / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

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 mm².

L = Longitud de cálculo en metros.

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

cos j = Coseno de fi. Factor de potencia.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

n = N° de conductores por fase.

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccM} = S_{cc} \times 1000 / 1.732 \times U$$

Siendo:

I_{pccM}: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

S_{cc}: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

$$* I_{cccs} = K_c \times S / (t_{cc})^{1/2}$$

Siendo:

I_{cccs}: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "t_{cc}".

S: Sección de un conductor en mm².

t_{cc}: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

K_c: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

Red Alta Tensión

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 15000

C.d.t. máx.(%): 5

cos j : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- Conductores aislados: 20

- Conductores desnudos: 50

Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección $\leq 300 \text{ mm}^2$. KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección $> 300 \text{ mm}^2$. KcCu = 102, KcAl = 68
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U $> 18/30$. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U $\leq 18/30$. KcCu = 135, KcAl = 89
- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 15000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- Conductores aislados: 20
- Conductores desnudos: 50

Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección $\leq 300 \text{ mm}^2$. KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección $> 300 \text{ mm}^2$. KcCu = 102, KcAl = 68
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U $> 18/30$. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U $\leq 18/30$. KcCu = 135, KcAl = 89
- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

LSMT en doble circuito 2x10m + 5m

Línea	Nudo Origen	Nudo Destino	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
LSMT-1	Ent	CS	10	Al/0,15	Enterrado bajo tubo	RHZ1-2OL 12/20kV H16	Unipolar	18,19	3x240	160	320/1
LSMT-2	CS	Ent	10	Al/0,15	Enterrado bajo tubo	RHZ1-2OL 12/20kV H16	Unipolar	18,19	3x240	160	320/1
LSMT-3	CS	CT	5	Al/0,15	Enterrado bajo tubo	RHZ1-2OL 12/20kV H16	Unipolar	18,19	3x240	160	320/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
Ent	0	20.000	0	18,187 A(630 kVA)
CS	0,059	19.999,941	0	0 A(0 kVA)
CT	0,088	19.999,912	0*	-18,187 A(-630 KVA)

NOTA: - * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Línea	Nudo Origen	Nudo Destino	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2$ (kW)
LSMT-1	Ent	CS	0,001
LSMT-3	CS	Ent	0,001
LSMT-3	CS	CT	0,001

Pérdida Potencia Activa Total = 0,002 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios. $3RI^2$ (kW): Ent-CS-CT = 0,002 kW

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

Ent-CS-CT = 0 %

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

Scc = 415 MVA.

U = 20 kV.

tcc = 0,5 s.

I_{pccM} = 11.980,02 A.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm ²)	I _{cccs} (A)	Prot. térmica/ln	PdeC (kA)
LSMT-1	Ent	CS	3x240	31.904,66		
LSMT-2	CS	Ent	3x240	31.904,66		
LSMT-3	CS	CT	3x240	31.904,66		

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:

I_{pcc} en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 16 mm².

I_{cc} admisible en pantalla = 3.130 A.

INSTALACION DE BT FOTOVOLTAICA

La actividad a desarrollar en las instalaciones objeto de proyecto es la de generación de energía eléctrica con una potencia de 671.04 KWp (en concreto 630 kW nominales), a partir de placas solares fotovoltaicas que posteriormente es inyectada en la red de media tensión (15 KV) de la empresa distribuidora UFD.

Las instalaciones de generación de energía eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos se llevarán a cabo en las cubiertas de las naves industriales con referencias catastrales: 7216106VH0871N0001GP y 7216505VH0871N0001XP acondicionadas para para tal fin.

La instalación que se proyecta está formada por 918 paneles solares fotovoltaicos de 720 WP colocados sobre estructuras soporte directamente en la cubierta de las naves industriales existentes; la distribución de los paneles será de 462 unidades en la ref. catastral 7216505VH0871N0001XP y de 456 unidades en 7216106VH0871N0001GP.

La formación de la distribución para cada una de las cubiertas industriales es:

7216505VH0871N0001XP			
DENOMINACION	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL
MODULOS SOLARES	462	720 w P pico	332.64 kW P pico
INVERSOR	3	100 kW P nominal	300 kW P nominal
STRINGS	21	15.84 kW P pico	332.64 kW P pico

7216106VH0871N0001GP			
DENOMINACION	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL
MODULOS SOLARES	456	720 w P pico	328.32 kW P pico
INVERSOR	3	100 kW P nominal	300 kW P nominal
STRINGS	24	13.68 kW P pico	328.32 Kw P pico

La adaptación o acoplamiento de la energía producida a la red se realiza de la forma que se desarrolla en el documento planos. Se utilizarán 6 inversores trifásicos Inversor Huawei SUN2000-100KTL y que cumplirá con la normativa y directrices siguientes:

- Requisitos de seguridad para instalaciones de generación de energía fotovoltaica ONORM/OUE E 2750, en la medida en que estas directrices conciernen a los inversores de corriente.
- Directriz 89/336/EEG sobre compatibilidad electromagnética.
- Directriz 93/68EEG CE.
- Normas europeas EN 55014, EN 50082-1.

A continuación, se describen los elementos que componen la instalación.

EMPLAZAMIENTO.

El emplazamiento del Campo Fotovoltaico en Baja Tensión objeto de este proyecto es el siguiente:

Referencia Catastral: 7216106VH0871N0001GP y 7216505VH0871N0001XP
 Todo en el TM de Puertollano (C.Real); CP: 13500

SUMINISTRO DE LA ENERGIA.

La energía a la industria, se suministra por parte de la compañía eléctrica distribuidora de la zona, con tensión de uso exterior de 15000V. La medida del consumo de energía eléctrica, se realiza en una celda o armario de medida en MT, habilitada para ello, por lo tanto, queda dentro del alcance del presente proyecto.

Todo esto, con sus correspondientes protecciones.

3. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (RD 842/02 de 2/08/2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía" del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre (BOE 27-diciembre-2019).
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 1433/2003 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Norma UNE-EN-IEC 61853-3-4 sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE 20460-7-712:2006 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sist. Fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y análisis
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- RD 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 485/97 de 14-04-97, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 1215/1997 de 18-07-97, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

4. PREVISION DE POTENCIA EN LA ZONA DE ACTUACION.

La potencia total prevista en la zona de actuación P_t en kW, se obtiene mediante la expresión:

$$P_t = P_v + P_c + P_i + P_d + P_p + P_h + P_a + P_e$$

Considerando:

P_v = Potencia correspondiente al local, en suministro normal, se determina según ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

P_{FV} = Potencia correspondiente a la instalación fotovoltaica; se determina según la curva de carga del recinto objeto.

P_c = Potencia correspondiente a locales comerciales; se determina a razón de 100 W/m² de superficie construida, y con el coeficiente de simultaneidad que se estime necesario (previsión mínima por local 3,45 kW), según ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

P_i = Potencia correspondiente a locales industriales; se determina a razón de 125 W/m² de superficie construida, y con el coeficiente de simultaneidad que se estime necesario (previsión mínima por local 10,35 kW), según ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Este tipo de establecimientos se suele trabajar con un coeficiente de simultaneidad que varía entre 0,10 y 0,20, debido a consideraciones urbanísticas de edificabilidad, volumen, etc, y según las características particulares del tipo de industria que se pretende implantar en la zona. Además, esta previsión de potencia coincide con diversas Recomendaciones estipuladas para este tipo de establecimientos (20 – 30 VA/m², incluidos servicios y dotaciones).

P_d = Potencia correspondiente a centros de enseñanza, guarderías y docencia en general; se determina a razón de 500 W/plaza en ausencia de datos (NTE IER).

Pp = Potencia correspondiente a locales de pública concurrencia, centros religiosos, salas de exposiciones, cinematógrafos; se determina a razón de 50 W/m² en ausencia de datos (NTE IER).

Ph = Potencia correspondiente a establecimientos hoteleros o alojamientos turísticos; se determina a razón de 1000 W/plaza, con un mínimo de 100kW para establecimientos cuya capacidad sea igual o superior a 50 plazas y con un mínimo de 25 kW para establecimientos cuya capacidad sea inferior a 50 plazas (NTE IER).

Pa = Potencia correspondiente al alumbrado público; se determina según estudio luminotécnico. En ausencia de datos se puede estimar una potencia de 1,5 W/m² de vial.

Pe = Potencia correspondiente a edificios o instalaciones especiales, tales como centros médicos, polideportivos, industrias, etc.

En nuestro caso, las potencias son las que a continuación se describen:

Placas a instalar:

CUBIERTA 1: 332.64kW

$$(462\text{placas} \cdot 720 \text{ Wpico}) = 332.64 \text{ W}$$

CUBIERTA 2: 332.64kW

$$(456\text{placas} \cdot 720 \text{ Wpico}) = 328.32 \text{ W}$$

TOTAL PLACAS: 918uds

Potencia a instalar en placas: 918 placas · 720 W_{pico}/placa = 660.96kW

P_V = 0kW
P_{FV} = 660.96kW
P_C = 0 kW
P_i = 0 kW
P_d = 0 kW
P_p = 0 kW
P_h = 0 kW
P_a = 0 kW
P_e = 0 kW

Se toma como potencia de cálculo, la marcada previamente, para el apoyo fotovoltaico al suministro de la industria, es decir:

$$P_{\text{total}} = 660.96\text{kW}$$

La potencia en generación, depende de la potencia de los inversores, que son seis (6) uds de 100kW, lo que hace un total de:

$$P_{\text{total}} = 600\text{kW}$$

5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA DE RED.

5.1. GENERALIDADES.

Como principio general se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 50 VRMS o 120 VCC. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y en el interior IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética.

5.2. GENERADORES FOTOVOLTAICOS.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones de la UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, potencia pico y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Los módulos llevarán los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Los paneles estarán diseñados para formar una estructura modular, siendo posible combinarlos entre sí en serie, en paralelo o de forma mixta, a fin de obtener la tensión e intensidad deseadas. El fabricante proporcionará los accesorios e instrucciones necesarios para lograr una interconexión fácil y segura. En cualquier caso, las conexiones se efectuarán utilizando terminales en los cables.

Todos los módulos interconectados deberán tener la misma curva i-V, a fin de evitar descompesaciones.

Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.


Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

La placa por la que se ha optado para la presente instalación, es la siguiente:

Las placas VERTEX N-type i-TOPCon bifacial dual glass, se componen de módulos monocristalinos. Puede generar una potencia máxima de 720w y una eficiencia del 23.2%.

Con las siguientes características:

[Mono](#) [Multi](#) [Solutions](#)




N-type i-TOPCon bifacial dual glass
Monocrystalline module

PRODUCT: TSM-NEG21C.20
POWER RANGE: 695-720W

720W
MAXIMUM POWER OUTPUT

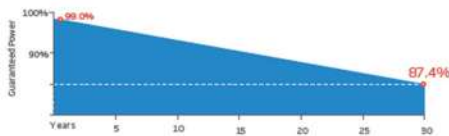
0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

23.2%
MAXIMUM EFFICIENCY




- High customer value**
 - Standardized module size with flagship module power, 35W higher compared with conventional technology
 - Low voltage design with higher string power, effectively reducing BOS (Balance of System) and LCOE (Levelized Cost of Energy) by 2%~6%
 - Higher container space utilization effectively reduces the freight cost
 - Certified Low-Carbon Footprint
 - The Star of LCOE
- High power up to 720W**
 - Up to 23.2% module efficiency, on 210 innovation platform
 - Patented i-TOPCon technology with continuous efficiency improvement including contact resistance reduction, rear reflection enhancement and edge quality repairment
- High reliability**
 - Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology and high-density packaging
 - Reduced risks of hot-spot with half-cut technology
 - Certified high resistance against salt, ammonia, sand, PID, LID, LeTID
 - Sustainable in harsh environments and extreme weather conditions
- High energy yield**
 - Excellent low irradiation performance, validated by 3rd party
 - Lower temperature coefficient (-0.29%/°C)
 - Higher bifaciality, with up to 10%~20% additional power gain from back side depending on albedo
 - Reliable dual-glass structure with 30-year power guarantee

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty




Years	Guaranteed Power (%)
0	99.0%
30	87.4%

Comprehensive Products and System Certificates

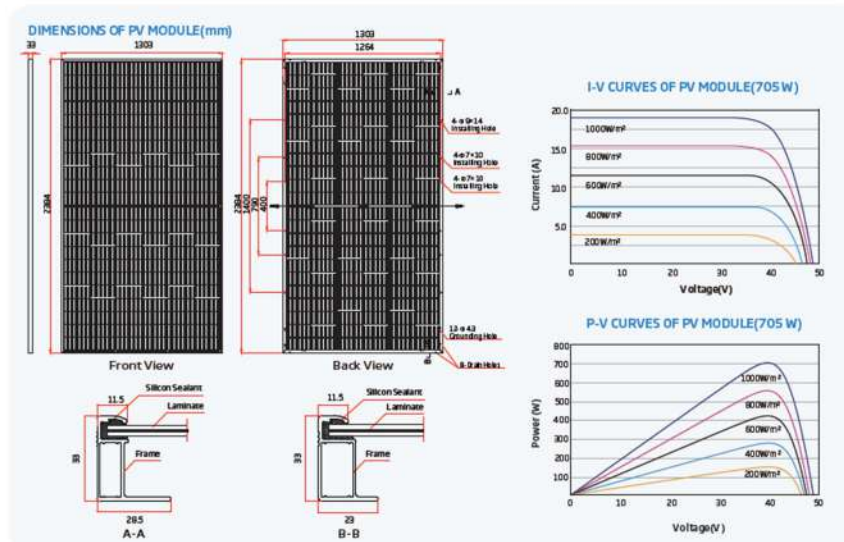


IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO 14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO 45001: Occupational Health and Safety Management System
ISO 14067: Product Carbon Footprint Limited Assurance





N-type i-TOPCon bifacial dual glass Monocrystalline module



MECHANICAL DATA

Solar Cells	N-type i-TOPCon Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2304*1303*33 mm (89.96*51.30*1.30 inches)
Weight	38.3 kg (84.4 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmittance, Anti-Reflection Strengthened Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (90 White Grid Glass)

Frame	35mm(1.30 inches) Anodized Aluminum Alloy
J-Box	IP68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²) Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 BVOZ / TS4 Plus/ TS4*

*Please refer to regional standards for specific connector.

ELECTRICAL DATA (STC & NOCT)

Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Peak Power Watts-P _{max} (Wp)*	695	531	700	534	705	540	710	543	715	547	720	551
Power Tolerance-P _{max} (W)	0 ~ +5											
Maximum Power Voltage-V _{MP} (V)	40.3	37.9	40.5	38.0	40.7	38.3	40.9	38.5	41.1	38.7	41.3	38.8
Maximum Power Current-I _{MP} (A)	17.25	14.00	17.29	14.04	17.33	14.08	17.36	14.12	17.40	14.14	17.44	14.19
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	48.3	45.9	48.6	46.1	48.9	46.3	49.0	46.5	49.2	46.7	49.4	46.9
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	18.28	14.72	18.32	14.76	18.36	14.80	18.40	14.83	18.44	14.86	18.49	14.90
Module Efficiency, η (%)	22.4	22.5	22.5	22.7	22.7	22.9	22.9	23.0	23.0	23.1	23.2	23.2

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5. NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 25°C, Wind speed 1m/s. *Measuring tolerance: ±3%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 5% & 10% backside power gain)

Backside Power Gain	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Total Equivalent power-P _{max} (Wp)	730	765	735	770	740	776	746	781	751	787	756	792
Maximum Power Voltage-V _{MP} (V)	40.3	40.3	40.5	40.5	40.7	40.7	40.9	40.9	41.1	41.1	41.3	41.3
Maximum Power Current-I _{MP} (A)	18.11	18.98	18.15	19.02	18.20	19.06	18.25	19.10	18.27	19.14	18.31	19.18
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	48.3	48.3	48.6	48.6	48.8	48.8	49.0	49.0	49.2	49.2	49.4	49.4
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	18.19	20.11	18.24	20.15	18.28	20.20	18.32	20.24	18.36	20.28	18.41	20.34

Power tolerance: ±3%.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (82°F)
Temperature Coefficient of P _{max}	-0.29 1/W °C
Temperature Coefficient of V _{OC}	-0.24 1/W °C
Temperature Coefficient of I _{SC}	0.04 1/W °C

MAXIMUM RATINGS

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

WARRANTY

- 12 year Product Workmanship Warranty
- 30 year Power Warranty
- 1% first year degradation
- 0.40% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

- Modules per box: 35 pieces
- Modules per 40' container: 594 pieces



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

© 2024 Trina Solar Co., Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

Version number: TSM_EN_2024_A

www.trinasolar.com

En este apartado cabe destacar, como se indicó previamente, que se instalarán 918 placas de 720W.

Con las 918 placas de 72W, se obtiene una potencia pico de:

$$P_{\text{pico}} = 918 \text{ ud} \cdot 720 \text{ W}_{\text{pico/ud}} = 660.96 \text{ kW}_{\text{pico}}$$

5.3. ESTRUCTURA SOPORTE.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante. La estructura se realizará teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo a lo indicado en el CTE.

La estructura deberá permitir una altura mínima del panel de 30 cm, aumentándose esta altura en zonas de montaña o donde se produzcan abundantes precipitaciones de nieve, a fin de evitar que los paneles queden parcial o totalmente cubiertos.

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

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 misma.

En cuanto a los anclajes o empotramiento de la estructura, se utilizarán bloques de hormigón y tornillos roscados. Tanto la estructura como los soportes serán preferiblemente de aluminio anodizado, acero inoxidable o hierro galvanizado. El espesor de la capa de galvanizado será, como mínimo, de 100 µm.

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de 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.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias del CTE y demás normativas de aplicación.

La estructura que soporta los paneles podrá estar dotada de un sistema de seguimiento continuo de la posición del Sol, con el fin de aprovechar más la radiación incidente, tanto a lo largo del día como en las diferentes épocas del año. Los mecanismos de seguimiento podrán ser de un sólo eje o de dos ejes. Los primeros permitirán a la estructura y paneles rígidamente unidos a ella girar en torno a un eje horizontal, vertical o inclinado. En los sistemas de dos ejes, además del movimiento de giro este-oeste alrededor del primer eje, también será posible un segundo movimiento rotatorio alrededor de un eje horizontal.

Los sistemas de seguimiento serán de aplicación en zonas de poca nubosidad, ya que optimizan la captación de la radiación directa.

En caso de adoptarse esta medida, se utilizará alguno de los siguientes sistemas para conseguir el movimiento de la estructura:

- Motor eléctrico y sistema de engranajes.
- Motor eléctrico y dispositivo de ajuste automático (subsistema electrónico).
- Sistema pasivo de seguimiento, sin motor.

En nuestro caso, se opta por un sistema fijo, anclado a la cubierta de la nave industrial, del siguiente tipo:



5.4. ACUMULADORES

Serán de plomo-ácido, preferentemente estacionarios y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.

Las baterías estacionarias estarán configuradas en forma de celdas o elementos (normalmente de 2V), conectadas en serie hasta conseguir la tensión deseada (normalmente 12 ó 24 V). El conexionado se efectuará mediante atornillado. También podrán utilizarse en forma de estructura compacta (monobloc), siendo ideales para pequeñas instalaciones. Las baterías estacionarias herméticas no precisarán mantenimiento (electrolito gelificado).

La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán tan frecuentes. En aquellas aplicaciones en las que estas sobredescargas puedan ser habituales, la máxima profundidad de descarga no superará el 60 %. En cualquier caso, deberá evaluarse la temperatura mínima histórica del lugar donde vaya a ubicarse la instalación, pues ésta marcará un límite absoluto a la profundidad de descarga que pueda tolerarse.

Se protegerá, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

La autodescarga del acumulador a 20 °C no excederá el 6 % de su capacidad nominal por mes.

La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80% de su capacidad nominal, deberá ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50% a 20°C.

El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:

- El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.
- Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el c.c. accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.

Cada batería, o vaso, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:

- Tensión nominal (V).
- Polaridad de los terminales.
- Capacidad nominal (Ah).
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.

En la presente instalación, NO se ha previsto la acumulación de energía eléctrica por baterías.

5.5. REGULADORES DE CARGA.

Protegerán a las baterías contra sobrecargas y sobredescargas. Al realizar la conexión a los bornes de éstas, habrá que verificar correctamente la polaridad de los conductores.

Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida. La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1 %.
- La tensión final de carga deberá asegurar la correcta carga de la batería.
- Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.

Los reguladores de carga incorporarán protecciones frente a sobrecargas, c.c., sobretensiones e inversión de la polaridad.

El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las condiciones estándar de medida y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2 % de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2 % de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales.

Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación serán inferiores al 3 % del consumo diario de energía.

Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

Se tomarán las medidas adecuadas para permitir el paso de corriente en un sólo sentido (del panel hacia la batería), y no en sentido contrario.

El regulador de carga deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:

- Tensión nominal (V).
- Corriente máxima (A).
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.
- Polaridad de terminales y conexiones.

En nuestro caso, no se ha previsto la instalación de reguladores de carga, puesto que tampoco se ha previsto la instalación de baterías de almacenaje de energía.

5.6. INVERSORES.

Serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.

Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En cualquier caso, la protección frente a sobrecargas y sobredescargas del acumulador deberá quedar garantizada.

El inversor deberá asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

La regulación del inversor deberá asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

$$V_{NOM} \pm 5\%,$$

$$\text{siendo } V_{NOM} = 220 \text{ V}_{RMS} \text{ o } 230 \text{ V}_{RMS}$$

50 Hz +- 2 %

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor deberá arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- C.C. en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diarias ocasionadas por el autoconsumo de cada inversor serán inferiores al 5% del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de "stand-by" para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

El rendimiento del inversor con cargas resistivas será superior a los límites siguientes:

Tipo de inversor	Rendimiento al 20 % pot. nom.	Rendimiento a pot. nom.
Onda senoidal P _{NOM} ≤500VA	> 80 %	> 70 %
Onda senoidal P _{NOM} >500VA	> 85 %	> 80 %
Onda no senoidal	> 85 %	> 80 %

Los inversores deberán estar etiquetados, al menos, con la siguiente información:

- Potencia nominal (VA).
- Tensión nominal de entrada (V).
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida.
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.
- Polaridad de terminales y conexiones.

En el caso que nos ocupa, se ha optado por la instalación de seis (6) inversores trifásicos, de entrada/salida trifásica, de la marca HUAWEI.

Los inversores de 100kW de potencia (modelo SUN2000-100KTL-M1, con el siguiente aspecto y características principales:

SUN2000-100KTL-M1
Smart String Inverter



10
MPP Seguidor



98.8% (@ 480V)
Max. Eficiencia



Gestión de
nivel de cadena



Diagnóstico inteligente
de curvas I-V admitido



MBUS
Soportado



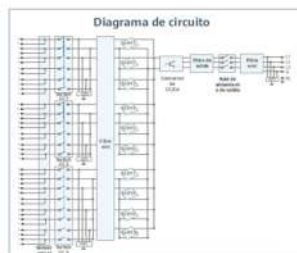
Diseño
Sin fusible



Protección contra rayos
Para DC y AC



IP66
Protección



SUN2000-100KTL-M1
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-100KTL-M1
Eficiencia	
Máxima eficiencia	98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V
Eficiencia europea ponderada	98.6% @480 V, 98.4% @380 V / 400 V
Entrada	
Tensión máxima de entrada ¹	1,100 V
Corriente de entrada máxima por MPPT	26 A
Corriente de cortocircuito máxima	40 A
Tensión de arranque	200 V
Tensión de funcionamiento MPPT ²	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac, 570 V @380 Vac
Cantidad de MPPTs	10
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2
Salida	
Potencia activa	100,000 W
Max. Potencia aparente de CA	110,000 VA
Max. Potencia activa de CA (cosφ = 1)	110,000 W
Tensión nominal de salida	480 V / 400 V / 380 V, 3W+(N)+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad nominal de salida	120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V, 152.0 A @380 V
Max. intensidad de salida	133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V, 168.8 A @380 V
Factor de potencia ajustable	0.8 capacitivo ... 0.8 inductivo
Distorsión armónica total máxima	< 3%
Protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Si
Protección anti-ísla	Si
Protección contra sobreintensidad de CA	Si
Protección contra polaridad inversa CC	Si
Monitorización a nivel de string	Si
Descargador de sobretensiones de CC	Type II
Descargador de sobretensiones de CA	Type II
Detección de resistencia de aislamiento CC	Si
Monitorización de corriente residual	Si
Comunicación	
Display	Indicadores LED, Bluetooth + APP
RS485	Si
USB	Si
Monitorización de BUS (MBUS)	Si (transformador de aislamiento requerido)
Datos generales	
Dimensiones (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Peso (incluida ménsula de montaje)	90 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C
Enfriamiento	Enfriamiento de aire inteligente
Max. Altitud de operación	4,000 m
Humedad de operación relativa	0 ~ 100%
Conector CC	Staubli MC4
Conector CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	< 3.5 W

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)

Seguridad EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

* 1 El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.
* 2 Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

Version No.03-(202.00622)

SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES

Para la protección contra sobretensiones transitorias de origen atmosférico, conmutaciones y desconexiones o conexiones de la instalación se instalarán en paralelo, después del diferencial, un protector por cada fase y otro para el neutro que nos asegure un total aislamiento entre las fases de la instalación y tierra y evitar así problemas derivados de las anomalías en la red.

Las características técnicas más importantes son:

Marca: GE Power Controls

TIPO	S15
Capacidad de descarga (20 veces) 8/20 μs	5 kA
Máxima capacidad de descarga (1 vez) 8/20 μs 15kA	15kA

5.7. CARGAS DE CONSUMO.

Se utilizarán electrodomésticos de alta eficiencia.

Se utilizarán lámparas fluorescentes, preferiblemente de alta eficiencia. No se permitirá el uso de lámparas incandescentes.

Las lámparas fluorescentes de corriente alterna deberán cumplir la normativa al respecto. Se recomienda utilizar lámparas que tengan corregido el factor de potencia.

En ausencia de un procedimiento reconocido de cualificación de lámparas fluorescentes de continua, estos dispositivos deberán verificar los siguientes requisitos:

- El balastro deberá asegurar un encendido seguro al margen de tensiones de operación, y en todo el margen de temperaturas ambientes previstas.
- La lámpara deberá estar protegida cuando:
 - Se invierte la polaridad de la tensión de entrada.
 - La salida del balastro es cortocircuitada.
 - Opera sin tubo.
- La potencia de entrada de la lámpara deberá estar en el margen de $\pm 10\%$ de la potencia nominal.
- El rendimiento luminoso de la lámpara deberá ser superior a 40 lúmenes/W.
- La lámpara deberá tener una duración mínima de 5000 ciclos cuando se aplica el siguiente ciclado: 60 s encendido/150 s apagado, y a una temperatura de 20 °C.
- Las lámparas deberán cumplir las directivas europeas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

Se recomienda que no se utilicen cargas para climatización.

Los sistemas con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W tendrán, como mínimo, un contador para medir el consumo de energía (excepto sistemas de bombeo). En sistemas mixtos con consumos en continua y alterna, bastará un contador para medir el consumo en continua de las cargas CC y del inversor. En sistemas con consumos de corriente alterna únicamente, se colocará el contador a la salida del inversor.

Los enchufes y tomas de corriente para corriente continua deberán estar protegidos contra inversión de polaridad y ser distintos de los de uso habitual para corriente alterna.

Para sistemas de bombeo de agua:

- Los sistemas de bombeo con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W tendrán un contador volumétrico para medir el volumen de agua bombeada.
- Las bombas estarán protegidas frente a una posible falta de agua, ya sea mediante un sistema de detección de la velocidad de giro de la bomba, un detector de nivel u otro dispositivo dedicado a tal función.
- Las pérdidas por fricción en las tuberías y en otros accesorios del sistema hidráulico serán inferiores al 10 % de la energía hidráulica útil proporcionada por la motobomba.
- Deberá asegurarse la compatibilidad entre la bomba y el pozo. En particular, el caudal bombeado no excederá el caudal máximo extraíble del pozo cuando el generador fotovoltaico trabaja en condiciones estándar de medida.

5.8. CABLEADO.

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc), de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

5.9. PROTECCIONES Y PUESTA A TIERRA.

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 V contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos. De cualquier forma, será recomendable conectar a un punto de tierra común todas las partes metálicas de la instalación, tales como las cubiertas y soportes de los equipos, cajas, cercos metálicos, etc (tierra de protección), un conductor activo de la instalación de cc, normalmente el negativo (tierra del sistema) y el neutro de la parte de alterna (si existe inversor).

La configuración de la red de tierras será:

- Toma de tierra, compuesta por electrodos artificiales, tales como picas de Cu de 14 mm de diámetro exterior y 2 m de longitud, conectadas mediante conductor de Cu desnudo de 50 mm² de sección enterrado a 80 cm.
- Conductor de enlace, que conectará la toma de tierra con el punto de puesta a tierra (borne principal de tierra), formado por conductor de Cu desnudo de 35 mm² de sección enterrado a 80 cm.
- Borne principal de tierra.

- Línea principal de tierra, formada por conductor de Cu aislado con PVC (amarillo-verde), de 1x16 mm² bajo tubo protector.
- Conductor de protección del campo FV, formado por conductor de Cu aislado con PVC (amarillo-verde), de 1x2,5 mm² (como mínimo) bajo tubo protector. También podrá utilizarse conductor de Cu desnudo de 1x6mm² como mínimo.

El conductor de protección no se atornillará directamente al marco de los módulos, sino por medio de un terminal auxiliar, de modo que se pueda quitar un módulo (por avería, mantenimiento, etc) sin interrumpir el funcionamiento de la red general de tierras.

Cuando el campo fotovoltaico se encuentre a una distancia considerable del resto de la instalación, se recomienda instalar otro electrodo de tierra lo más cerca posible del campo, al que se conectará directamente el conductor de protección de dicho campo. Todos los electrodos de tierra presentes en la instalación deberán conectarse eléctricamente entre sí.

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos.

La instalación estará protegida frente a c.c., sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a c.c. mediante un fusible o disyuntor magnetotérmico.

5.10. PRUEBAS.

Las pruebas a realizar por el instalador serán, como mínimo, las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las del acumulador.

CALCULO DE LA INSTALACION FV

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos j = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos j / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin j / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico y Corriente Continua:

$$I = P_c / U \times \cos j = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos j / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin j / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = 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 o Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

cos j = Coseno de fi. Factor de potencia. En Corriente continua, cos j = 1.

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20} [1 + a (T - 20)]$$

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

r = Resistividad del conductor a la temperatura T.

r₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

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

$$Al = 0.028262 \text{ ohmios} \times \text{mm}^2/\text{m}$$

a = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = 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_b: intensidad utilizada en el circuito.

I_z: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I₂: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I₂ se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I_n como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = c_t U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k2} = c_t U / 2 (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k1} = c_t U / \sqrt{3} (2/3 \cdot Z_Q + Z_T + Z_L + (Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

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

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

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

Rt: $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

Ik3: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

Ik2: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

Ik1: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión.(Condiciones generales de cc según Ikmax o Ikmin), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

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

$$ZQ = ct U^2 / Scc \quad XQ = 0.995 ZQ \quad RQ = 0.1 XQ \quad \text{UNE_EN 60909}$$

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

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

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

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

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

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

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

S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

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

n: nº de conductores por fase.

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

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D	IMAG = 20 In

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

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

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = r / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

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

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

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

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)
Lp: Longitud total de las picas (m)
P: Perímetro de las placas (m)

Instalación Fotovoltaica Conectada a Red

$E_g = P_p \cdot N_p \cdot R \cdot HSP \cdot N_d / 1000$
Siendo,
Eg: Energía mensual generada (kWh/mes).
Pp: Potencia máxima (pico) módulos fotovoltaicos (W).
Np: Nº módulos fotovoltaicos instalados.
R: Rendimiento global anual de la instalación (%/100).
HSP: Recurso fotovoltaico, Horas Sol Pico mes en estudio (h/día).
Nd: Nº días mes en estudio.

Instalación E. Renovables

Datos Geográficos y Climatológicos

Ciudad: Puertollano
Provincia: Ciudad real
Altitud s.n.m.(m): 635
Longitud (º): 3.9 W
Latitud (º): 39
Temperatura mínima histórica (ºC): -10
Zona Climática: V
Radiación Solar Global media diaria anual sup. horizontal(MJ/m²): H >= 18
Recurso Fotovoltaico. Número de "horas de sol pico" (HSP) sobre la superficie de paneles (horas/día; G=1000 W/m²),
Angulo de inclinación 29 º:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
2.307	3.806	3.991	4.684	5.438	5.823	6.615	6.358	5.4	3.793	2.452	1.772	4.37

Datos Generales

Configuración Instalación: Conectada a la red
Tensión:
Continua - U(V): 400
Alterna UFF(V): 400
Caída tensión máxima (%):
Corriente continua: 1.5
Corriente alterna: 1.5
Cos φ : 0.8
Rendimiento global anual de la Inst. Fotovoltaica (%): 75
Ganancia Sistema Seguimiento solar Inst. Fotovoltaica (%): 0

Datos Módulos Fotovoltaicos

Dimensiones:
Longitud (mm): 2984
Anchura (mm): 1303
Altura (mm): 33
Potencia máxima (W): 720
Tensión de vacío (V): 49.4
Corriente de c.c. (A): 18.49
Voltaje máxima potencia (V): 41.3
Corriente máxima potencia (A): 17.44
Eficiencia módulo (%): 23.2
Coef. Tª PMax (%/ºC): -0.29
Coef. Tª Isc (%/ºC): 0.04
Coef. Tª Voc (%/ºC): -0.24
NOCT (ºC): 43

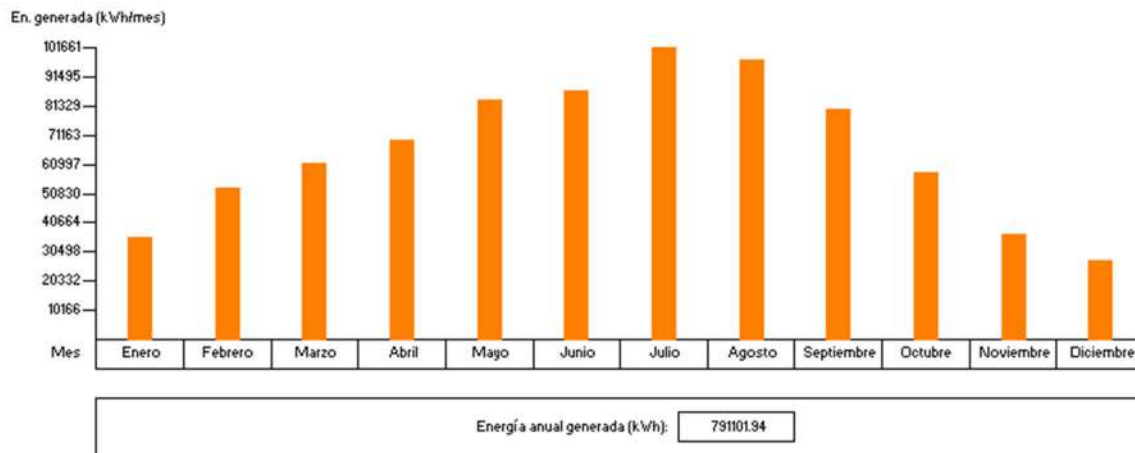
Potencia Pico Instalada "P"

P (kWp): 660.96
Nº módulos: 918
Inversor: 594864 W

Energía Generada

Mes	Pot. pico mod. fot. Pp (W)	Nº módulos fotov. Np	Rend. inst. R	HSP (h/día)	Nº días/mes	Energía generada mod. fot. Eg (kWh/mes)
Enero	720	918	0.75	2.307	31	35445.527
Febrero	720	918	0.75	3.806	28	52824.301
Marzo	720	918	0.75	3.991	31	61337.77
Abril	720	918	0.75	4.684	30	69660.523

Mayo	720	918	0.75	5.438	31	83569.695
Junio	720	918	0.75	5.823	30	86602.398
Julio	720	918	0.75	6.615	31	101660.977
Agosto	720	918	0.75	6.358	31	97704.18
Septiembre	720	918	0.75	5.4	30	80304.891
Octubre	720	918	0.75	3.793	31	58295.23
Noviembre	720	918	0.75	2.452	30	36465.941
Diciembre	720	918	0.75	1.772	31	27230.498
Total año:						791101.94



Separación entre filas de captadores.

Latitud (°): 39

Altura solar h_0 (°): 22

Inclinación paneles (°): 15

Longitud panel (m): 2.98

Distancia mínima entre filas de captadores (m): 6.19

Distancia mínima entre la primera fila de captadores y los obstáculos más próximos (m): 2.48

Cálculo Circuito Eléctrico

Las características generales de la red son:

Tensión:

Continúa - U(V): 400

Alterna UFF(V): 400

Cos ϕ : 0,8

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mW/m)	Canal./Design./Polar.	I. Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
59	1	60	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
60	7	61	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
61	6	62	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
62	5	63	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
63	4	64	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
64	3	65	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
65	2	66	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
59	67	60	13	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	-17,44			2x6	49/1	50
60	66	67	11	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
61	65	67	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
62	64	67	9	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
63	63	67	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
64	62	67	11	Cu	Tubos Sup.E.O	17,44			2x6	49/1	50

					RV-K Eca 2 Unp.						
65	61	67	13	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
66	69	76	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
68	74	78	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
69	73	79	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
70	72	80	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
71	71	81	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
72	70	82	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
73	83	76	13	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	-17,44			2x6	49/1	50
74	82	83	11	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
75	81	83	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
76	80	83	9	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
77	79	83	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
78	78	83	11	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
72	79	86	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
73	84	87	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
74	83	88	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
75	82	89	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
76	81	90	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
77	80	91	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
78	92	86	13	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	-17,44			2x6	49/1	50
79	91	92	11	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
80	90	92	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
81	89	92	9	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
82	88	92	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
83	87	92	11	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
55	62	69	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
56	68	70	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
57	67	71	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
58	66	72	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
59	65	73	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
60	64	74	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
61	63	75	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
62	76	69	14	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	-17,44			2x6	49/1	50
63	75	76	12	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
64	74	76	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
65	73	76	9	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
66	72	76	9	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
67	71	76	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50

68	70	76	12	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
70	78	79	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
71	79	76	14	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
63	71	78	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
64	77	79	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
65	76	80	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
66	75	81	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
67	74	82	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
68	73	83	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
69	72	84	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
70	85	78	14	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	-17,44			2x6	49/1	50
71	84	85	12	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
72	83	85	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
73	82	85	9	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
74	81	85	9	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
75	80	85	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
76	79	85	12	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
78	87	88	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
79	88	85	14	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
80	89	96	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
81	95	97	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
82	94	98	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
83	93	99	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
84	92	100	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
85	91	101	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
86	90	102	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
87	103	96	14	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	-17,44			2x6	49/1	50
88	102	103	12	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
89	101	103	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
90	100	103	9	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
91	99	103	9	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
92	98	103	10	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
93	97	103	12	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
95	105	106	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
96	106	103	14	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
97	77	107	20	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	158,02	160/160		4x150	238/1	180
99	104	109	20	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	158,02	160/160		4x150	238/1	180
99	86	109	20	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	158,02	160/160		4x150	238/1	180
100	107	109	49	Al/0.08	Tubos Sup.E.O	158,02			4x150	238/1	180

					RV-K Eca 2 Unp.						
101	109	109	51	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	158,02			4x150	238/1	180
102	68	110	20	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	160,1	250/199		4x150	238/1	180
103	85	111	20	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	160,1	250/199		4x150	238/1	180
104	93	112	20	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	160,1	250/199		4x150	238/1	180
105	110	111	50	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	160,1			4x150	238/1	180
106	112	111	51	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	160,1			4x150	238/1	180
107	111	113	10	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	480,31			2(4x240)	638/1	250
108	109	113	11	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	474,07			2(4x240)	638/1	250
109	113	114	10	Al/0.08	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	0			4x2,5	19/1	32
106	75	109	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
107	109	83	13	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50
108	85	110	5	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44	25		2x6	49/1	50
109	110	92	13	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 2 Unp.	17,44			2x6	49/1	50

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	Panel FV	0	908,6	0	17,44 A					
2	Panel FV	0,221		0,024	17,44 A					
3	Panel FV	0,332		0,037	17,44 A					
4	Panel FV	0,442		0,049	17,44 A					
5	Panel FV	0,332		0,037	17,44 A					
6	Panel FV	0,221		0,024	17,44 A					
7	Panel FV	0		0	17,44 A					
60	Caja Reg.	0,553		0,061						
61	Caja Reg.	0,553		0,061						
62	Caja Reg.	0,774		0,085						
63	Caja Reg.	0,885		0,097						
64	Caja Reg.	0,995		0,11						
65	Caja Reg.	0,885		0,097						
66	Caja Reg.	0,774		0,085						
67	Arqueta	1,991		0,219						
68	Caja Reg.	-5,029		1,257		10,63253	6,53644	3,68251		5,75237
69	Panel FV	0	908,6	0	17,44 A					
70	Panel FV	0,221		0,024	17,44 A					
71	Panel FV	0,332		0,037	17,44 A					
72	Panel FV	0,442		0,049	17,44 A					
73	Panel FV	0,332		0,037	17,44 A					
74	Panel FV	0,221		0,024	17,44 A					
75	Panel FV	0		0	17,44 A					
76	Caja Reg.	0,553		0,061						
78	Caja Reg.	0,774		0,085						
79	Caja Reg.	0,885		0,097						
80	Caja Reg.	0,995		0,11						
81	Caja Reg.	0,885		0,097						
82	Caja Reg.	0,774		0,085						
83	Arqueta	1,991		0,219						
85	Caja Reg.	-1,914		0,478		17,43536	13,56975	9,26707		11,73725
79	Panel FV	0	908,6	0	17,44 A					
80	Panel FV	0,221		0,024	17,44 A					
81	Panel FV	0,332		0,037	17,44 A					
82	Panel FV	0,442		0,049	17,44 A					
83	Panel FV	0,332		0,037	17,44 A					
84	Panel FV	0,221		0,024	17,44 A					
85	Panel FV	0		0	17,44 A					
86	Caja Reg.	0,553		0,061						
87	Caja Reg.	0,774		0,085						
88	Caja Reg.	0,885		0,097						
89	Caja Reg.	0,995		0,11						
90	Caja Reg.	0,885		0,097						
91	Caja Reg.	0,774		0,085						
92	Arqueta	1,991		0,219						

93	Caja Reg.	-5,091		1,273*		10,54499	6,46706	3,6377		5,69107
62	Panel FV	0	784,7	0	17,44 A					
63	Panel FV	0,221		0,028	17,44 A					
64	Panel FV	0,442		0,056	17,44 A					
65	Panel FV	0,553		0,07	17,44 A					
66	Panel FV	0,553		0,07	17,44 A					
67	Panel FV	0,442		0,056	17,44 A					
68	Panel FV	0,221		0,028	17,44 A					
69	Caja Reg.	0,553		0,07						
70	Caja Reg.	0,774		0,099						
71	Caja Reg.	0,995		0,127						
72	Caja Reg.	1,106		0,141						
73	Caja Reg.	1,106		0,141						
74	Caja Reg.	0,995		0,127						
75	Caja Reg.	0,774		0,099						
76	Arqueta	2,101		0,268						
77	Caja Reg.	-4,96		1,24		10,68843	6,58177	3,71325		5,79395
78	Panel FV	0		0	17,44 A					
79	Caja Reg.	0,553		0,07						
71	Panel FV	0	784,7	0	17,44 A					
72	Panel FV	0,221		0,028	17,44 A					
73	Panel FV	0,442		0,056	17,44 A					
74	Panel FV	0,553		0,07	17,44 A					
75	Panel FV	0,553		0,07	17,44 A					
76	Panel FV	0,442		0,056	17,44 A					
77	Panel FV	0,221		0,028	17,44 A					
78	Caja Reg.	0,553		0,07						
79	Caja Reg.	0,774		0,099						
80	Caja Reg.	0,995		0,127						
81	Caja Reg.	1,106		0,141						
82	Caja Reg.	1,106		0,141						
83	Caja Reg.	0,995		0,127						
84	Caja Reg.	0,774		0,099						
85	Arqueta	2,101		0,268						
86	Caja Reg.	-1,952		0,488		17,35658	13,46775	9,17791		11,66181
87	Panel FV	0		0	17,44 A					
88	Caja Reg.	0,553		0,07						
89	Panel FV	0	784,7	0	17,44 A					
90	Panel FV	0,221		0,028	17,44 A					
91	Panel FV	0,442		0,056	17,44 A					
92	Panel FV	0,553		0,07	17,44 A					
93	Panel FV	0,553		0,07	17,44 A					
94	Panel FV	0,442		0,056	17,44 A					
95	Panel FV	0,221		0,028	17,44 A					
96	Caja Reg.	0,553		0,07						
97	Caja Reg.	0,774		0,099						
98	Caja Reg.	0,995		0,127						
99	Caja Reg.	1,106		0,141						
100	Caja Reg.	1,106		0,141						
101	Caja Reg.	0,995		0,127						
102	Caja Reg.	0,774		0,099						
103	Arqueta	2,101		0,268						
104	Caja Reg.	-5,083		1,271		10,51305	6,44262	3,62325		5,67093
105	Panel FV	0		0	17,44 A					
106	Caja Reg.	0,553		0,07						
107	Arqueta	-3,732		0,933		12,78058	8,37443	4,93243		7,37021
109	Arqueta	-3,855		0,964		12,53969	8,1544	4,77645		7,17783
109	Arqueta	-0,724		0,181		21,89969	20,96394	18,3362		16,94647
110	Arqueta	-3,783		0,946		12,70454	8,30306	4,87908		7,30539
111	Arqueta	-0,668		0,167		22,00657	21,16811	18,58695		17,05705
112	Arqueta	-3,845		0,961		12,5843	8,19341	4,8015		7,20957
113	CT	0	400	0	-954,373 A(- 528,967 kW)	23,98059	23,70153	21,31472		18,43822
114	Conexión Red	0	400	0	0 A(0 kW)	12,57567	12,20519	10,07576		10,16477
109	Caja Reg.	0,553		0,061						
110	Caja Reg.	0,553		0,061						

NOTA: - * Nudo de mayor c.d.t.

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
59	1	60	0,01849	50	0,01849	25
60	7	61	0,01849	50	0,01849	25
61	6	62	0,01849	50	0,01849	25

62	5	63	0,01849	50	0,01849	25
63	4	64	0,01849	50	0,01849	25
64	3	65	0,01849	50	0,01849	25
65	2	66	0,01849	50	0,01849	25
59	67	60	0,01849		0,01849	
60	66	67	0,01849		0,01849	
61	65	67	0,01849		0,01849	
62	64	67	0,01849		0,01849	
63	63	67	0,01849		0,01849	
64	62	67	0,01849		0,01849	
65	61	67	0,01849		0,01849	
66	67	68				
66	69	76	0,01849	50	0,01849	25
68	74	78	0,01849	50	0,01849	25
69	73	79	0,01849	50	0,01849	25
70	72	80	0,01849	50	0,01849	25
71	71	81	0,01849	50	0,01849	25
72	70	82	0,01849	50	0,01849	25
73	83	76	0,01849		0,01849	
74	82	83	0,01849		0,01849	
75	81	83	0,01849		0,01849	
76	80	83	0,01849		0,01849	
77	79	83	0,01849		0,01849	
78	78	83	0,01849		0,01849	
77	83	85				
72	79	86	0,01849	50	0,01849	25
73	84	87	0,01849	50	0,01849	25
74	83	88	0,01849	50	0,01849	25
75	82	89	0,01849	50	0,01849	25
76	81	90	0,01849	50	0,01849	25
77	80	91	0,01849	50	0,01849	25
78	92	86	0,01849		0,01849	
79	91	92	0,01849		0,01849	
80	90	92	0,01849		0,01849	
81	89	92	0,01849		0,01849	
82	88	92	0,01849		0,01849	
83	87	92	0,01849		0,01849	
84	92	93				
55	62	69	0,01849	50	0,01849	25
56	68	70	0,01849	50	0,01849	25
57	67	71	0,01849	50	0,01849	25
58	66	72	0,01849	50	0,01849	25
59	65	73	0,01849	50	0,01849	25
60	64	74	0,01849	50	0,01849	25
61	63	75	0,01849	50	0,01849	25
62	76	69	0,01849		0,01849	
63	75	76	0,01849		0,01849	
64	74	76	0,01849		0,01849	
65	73	76	0,01849		0,01849	
66	72	76	0,01849		0,01849	
67	71	76	0,01849		0,01849	
68	70	76	0,01849		0,01849	
69	76	77				
70	78	79	0,01849	50	0,01849	25
71	79	76	0,01849		0,01849	
63	71	78	0,01849	50	0,01849	25
64	77	79	0,01849	50	0,01849	25
65	76	80	0,01849	50	0,01849	25
66	75	81	0,01849	50	0,01849	25
67	74	82	0,01849	50	0,01849	25
68	73	83	0,01849	50	0,01849	25
69	72	84	0,01849	50	0,01849	25
70	85	78	0,01849		0,01849	
71	84	85	0,01849		0,01849	
72	83	85	0,01849		0,01849	
73	82	85	0,01849		0,01849	
74	81	85	0,01849		0,01849	
75	80	85	0,01849		0,01849	
76	79	85	0,01849		0,01849	
77	85	86				
78	87	88	0,01849	50	0,01849	25
79	88	85	0,01849		0,01849	
80	89	96	0,01849	50	0,01849	25
81	95	97	0,01849	50	0,01849	25
82	94	98	0,01849	50	0,01849	25

83	93	99	0,01849	50	0,01849	25
84	92	100	0,01849	50	0,01849	25
85	91	101	0,01849	50	0,01849	25
86	90	102	0,01849	50	0,01849	25
87	103	96	0,01849		0,01849	
88	102	103	0,01849		0,01849	
89	101	103	0,01849		0,01849	
90	100	103	0,01849		0,01849	
91	99	103	0,01849		0,01849	
92	98	103	0,01849		0,01849	
93	97	103	0,01849		0,01849	
94	103	104				
95	105	106	0,01849	50	0,01849	25
96	106	103	0,01849		0,01849	
97	77	107	12,78058	15	3,71325	160; C
99	104	109	12,53969	15	3,62325	160; C
99	86	109	21,89969	22	9,17791	160; C
100	107	109	21,89969		4,93243	
101	109	109	21,89969		4,77645	
102	68	110	12,70454	15	3,68251	250; C
103	85	111	22,00657	25	9,26707	250; C
104	93	112	12,5843	15	3,6377	250; C
105	110	111	22,00657		4,87908	
106	112	111	22,00657		4,8015	
107	111	113	23,98059		17,05705	
108	109	113	23,98059		16,94647	
109	113	114	23,98059		10,07576	
106	75	109	0,01849	50	0,01849	25
107	109	83	0,01849		0,01849	
108	85	110	0,01849	50	0,01849	25
109	110	92	0,01849		0,01849	

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN INSTALACION DE BAJA TENSION

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

Línea Trifásica equilibrada

$$I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi) \cdot r) \quad dV = I \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi))$$

Línea Monofásica

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

En donde:

P = Potencia activa en vatios (w)
 U = Tensión de servicio en voltios (V), fase_fase o fase_neutro
 I = Intensidad en amperios (A)
 dV = Caída de tensión simple(V)
 Cosφ = Coseno de φ, factor de potencia
 r = Rendimiento (eficiencia para líneas motor)
 R = Resistencia eléctrica conductor (Ω)
 X = Reactancia eléctrica conductor (Ω)

Sistema eléctrico en general (desequilibrado o equilibrado)

$$SR = PR + QR \cdot i \quad |SR| = \sqrt{PR^2 + QR^2}$$

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

Siendo,

SR = Potencia compleja fasor R; **SR*** = Conjugado; |SR| = Potencia aparente (VA)
IR = Intensidad fasorial R
VR = Tensión fasorial R, (RN origen de fasores de tensión en 3F+N, RS en 3F)
IN = Intensidad fasorial Neutro

Igual resto de fases

cdt Fase_Neutro

$$dVR = ZR \cdot IR + ZN \cdot IN \quad dVR1_2 = |VR1| - |VR2|$$

cdt Fase_Fase

$$dVRS = ZR \cdot IR - ZS \cdot IS \quad dVRS1_2 = |VRS1| - |VRS2|$$

Igual resto de fases

Siendo,

dVR = Caída de tensión compleja fase R_neutro
dVR1_2 = Caída de tensión genérica R_neutro de 1 a 2 (V)
dVRS = Caída de tensión compleja fase R_fase S
dVRS1_2 = Caída de tensión genérica R_S de 1 a 2 (V)

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m

Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m

α = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.003929

Al = 0.004032

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

Barras Blindadas = 85°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = 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_b: intensidad utilizada en el circuito.

I_z: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I₂: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I₂ se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I_n como

máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas compensación energía reactiva

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

$$\tan \varnothing = Q / P.$$

$$Q_c = P \times (\tan \varnothing_1 - \tan \varnothing_2).$$

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

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

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

Ø₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

Ø₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2\pi f$; f = 50 Hz.

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

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = ct \cdot U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k2} = ct \cdot U / 2 (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k1} = ct \cdot U / \sqrt{3} (2/3 \cdot Z_Q + Z_T + Z_L + (Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

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

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

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

R_t: R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t: X₁ + X₂ + + X_n (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I_{k3}: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I_{k2}: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I_{k1}: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según I_{kmax} o I_{kmin}), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

Z_Q: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. S_{cc} (MVA) Potencia cc AT.

$$Z_Q = ct \cdot U^2 / S_{cc}$$

$$X_Q = 0.995 Z_Q$$

$$R_Q = 0.1 X_Q$$

$$\text{UNE_EN 60909}$$

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

$$Z_T = (ucc\%/100) (U^2 / S_n)$$

$$R_T = (urcc\%/100) (U^2 / S_n)$$

$$X_T = (Z_T^2 - R_T^2)^{1/2}$$

Z_L, Z_N, Z_{PE}: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

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

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

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

ρ: Resistividad conductor, (I_{kmax} se evalúa a 20°C, I_{kmin} a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

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

n: n° de conductores por fase.

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

$$\text{CURVA B} \quad \text{IMAG} = 5 I_n$$

$$\text{CURVA C} \quad \text{IMAG} = 10 I_n$$

$$\text{CURVA D} \quad \text{IMAG} = 20 I_n$$

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

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

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

Siendo,

σ_{max}: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

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

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: n° de pletinas por fase

W_x: Módulo resistente por pletina eje x-x (cm³)

W_y: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)

σ_{adm}: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

Siendo,

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

Icccs: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

Kc: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas L_{máx}

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

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

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

S: Sección (mm²), S_{fase} en sistemas TN e IT con neutro NO distribuido, S_{neutro} en sistemas IT con neutro distribuido.

k₁ = Coeficiente por efecto inductivo en las líneas, 1 S<120mm², 0.9 S=120mm², 0.85 S=150mm², 0.8 S=185mm², 0.75 S>=240mm².

ρ₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

Cu = 0.017241 ohmios·mm²/m

Al = 0.028264 ohmios·mm²/m

m = S_{fase}/S_{neutro} sistema TN_C, S_{fase}/S_{protección} sistema TN_S, S_{neutro}/S_{protección} sistema IT neutro distribuido, S_{fase}/S_{protección} sistema IT neutro NO distribuido.

I_a: Fusibles, I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5sg.

Interruptores automáticos, I_{mag} (A):

CURVA B

IMAG = 5 I_n

CURVA C

IMAG = 10 I_n

CURVA D

IMAG = 20 I_n

k₂ = 1 sistemas TN, 2 sistemas IT.

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0.8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t: 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_t: 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,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c: Longitud total del conductor (m)

L_p: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

CGBT VERTIDO FV

- Potencia total instalada:

CGD-1	300000 W
CGD-2	300000 W
TOTAL....	600000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 600000
- Potencia Máxima Admisible (W): 602753.69

Cálculo de la DERIVACIÓN INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 10 m; Cos φ_R : 1; Cos φ_S : 1; Cos φ_T : 1; Xu(m Ω /m): 0.08;
- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;
- Potencias: P(w): 600000 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 866.03; IS = -433.01-750i; IT = -433.01+750i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 866.03; IS = 866.03; IT = 866.03; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)_R: 866.03

Se eligen conductores Unipolares 4(4x240)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig.

UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C (Fc=0.65) 873.6 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 4(200) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 88.88; S = 88.88; T = 88.88; N = 25

e(parcial):

Simple: RN = 0.2 V, 0.09%; SN = 0.2 V, 0.09%; TN = 0.2 V, 0.09%;

Compuesta: RS = 0.34 V, 0.09%; ST = 0.34 V, 0.09%; TR = 0.34 V, 0.09%;

e(total):

Simple: **RN = 0.2 V, 0.09%**; SN = 0.2 V, 0.09%; TN = 0.2 V, 0.09%;

Compuesta: RS = 0.34 V, 0.09%; ST = 0.34 V, 0.09%; TR = 0.34 V, 0.09%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1000 A. Térmico reg. Int.Reg.: 870 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 1 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: CGD-1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 50 m; Cos φ_R : 1; Cos φ_S : 1; Cos φ_T : 1; Xu(m Ω /m): 0.08;
- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;
- Potencias: P(w): 300000 Q(var): 0
- Intensidades fasores: IR = 433.01; IS = -216.51-375i; IT = -216.51+375i; IN = 0
- Intensidades valor eficaz: IR = 433.01; IS = 433.01; IT = 433.01; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)_R: 433.01

Se eligen conductores Unipolares 2(4x240)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig.

UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 537.6 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 2(225) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 67.17; S = 67.17; T = 67.17; N = 25

e(parcial):

Simple: RN = 0.92 V, 0.4%; SN = 0.92 V, 0.4%; TN = 0.92 V, 0.4%;

Compuesta: RS = 1.59 V, 0.4%; ST = 1.59 V, 0.4%; TR = 1.59 V, 0.4%;

e(total):

Simple: **RN = 1.12 V, 0.48%**; SN = 1.12 V, 0.48%; TN = 1.12 V, 0.48%;

Compuesta: RS = 1.93 V, 0.48%; ST = 1.93 V, 0.48%; TR = 1.93 V, 0.48%;

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 485 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 485 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CGD-1

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

INVERSOR 1	100000 W
INVERSOR 2	100000 W
INVERSOR 3	100000 W
TOTAL....	300000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 300000

Cálculo de la Línea: INVERSOR 1

- Potencia nominal: 100000 W
 - Tensión de servicio: 400 V.
 - Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 5 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0.08;

- Potencias: P(w): 100000 Q(var): 0
 - Intensidades fasores: IR = 144.34; IS = -72.17-125i; IT = -72.17+125i; IN = 0
 - Intensidades valor eficaz: IR = 144.34; IS = 144.34; IT = 144.34; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)_R: 144.34

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig.

UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 81.2; S = 81.2; T = 81.2; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.31 V, 0.13%; SN = 0.31 V, 0.13%; TN = 0.31 V, 0.13%;

Compuesta: RS = 0.53 V, 0.13%; ST = 0.53 V, 0.13%; TR = 0.53 V, 0.13%;

e(total):

Simple: **RN = 1.43 V, 0.62% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 1.43 V, 0.62%; TN = 1.43 V, 0.62%;

Compuesta: RS = 2.47 V, 0.62%; ST = 2.47 V, 0.62%; TR = 2.47 V, 0.62%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 152 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 2

- Potencia nominal: 100000 W
 - Tensión de servicio: 400 V.
 - Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 5 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0.08;

- Potencias: P(w): 100000 Q(var): 0
 - Intensidades fasores: IR = 144.34; IS = -72.17-125i; IT = -72.17+125i; IN = 0
 - Intensidades valor eficaz: IR = 144.34; IS = 144.34; IT = 144.34; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)_R: 144.34

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig.

UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 81.2; S = 81.2; T = 81.2; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.31 V, 0.13%; SN = 0.31 V, 0.13%; TN = 0.31 V, 0.13%;

Compuesta: RS = 0.53 V, 0.13%; ST = 0.53 V, 0.13%; TR = 0.53 V, 0.13%;

e(total):

Simple: **RN = 1.43 V, 0.62% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 1.43 V, 0.62%; TN = 1.43 V, 0.62%;

Compuesta: RS = 2.47 V, 0.62%; ST = 2.47 V, 0.62%; TR = 2.47 V, 0.62%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 152 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 3

- Potencia nominal: 100000 W

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0.08;

- Potencias: P(w): 100000 Q(var): 0

- Intensidades fasores: IR = 144.34; IS = -72.17-125i; IT = -72.17+125i; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 144.34; IS = 144.34; IT = 144.34; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)_R: 144.34

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig.

UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 81.2; S = 81.2; T = 81.2; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.31 V, 0.13%; SN = 0.31 V, 0.13%; TN = 0.31 V, 0.13%;

Compuesta: RS = 0.53 V, 0.13%; ST = 0.53 V, 0.13%; TR = 0.53 V, 0.13%;

e(total):

Simple: **RN = 1.43 V, 0.62% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 1.43 V, 0.62%; TN = 1.43 V, 0.62%;

Compuesta: RS = 2.47 V, 0.62%; ST = 2.47 V, 0.62%; TR = 2.47 V, 0.62%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 152 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: CGD-2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 50 m; Cos ϕ_R : 1; Cos ϕ_S : 1; Cos ϕ_T : 1; Xu(m Ω /m): 0.08;

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

- Potencias: P(w): 300000 Q(var): 0

- Intensidades fasores: IR = 433.01; IS = -216.51-375i; IT = -216.51+375i; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 433.01; IS = 433.01; IT = 433.01; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)_R: 433.01

Se eligen conductores Unipolares 2(4x240)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig.

UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 537.6 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 2(225) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 67.17; S = 67.17; T = 67.17; N = 25

e(parcial):

Simple: RN = 0.92 V, 0.4%; SN = 0.92 V, 0.4%; TN = 0.92 V, 0.4%;

Compuesta: RS = 1.59 V, 0.4%; ST = 1.59 V, 0.4%; TR = 1.59 V, 0.4%;

e(total):

Simple: **RN = 1.12 V, 0.48%**; SN = 1.12 V, 0.48%; TN = 1.12 V, 0.48%;

Compuesta: RS = 1.93 V, 0.48%; ST = 1.93 V, 0.48%; TR = 1.93 V, 0.48%;

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 485 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 485 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CGD-2

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

INVERSOR 4	100000 W
INVERSOR 5	100000 W
INVERSOR 6	100000 W
TOTAL.....	300000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 300000

Cálculo de la Línea: INVERSOR 4

- Potencia nominal: 100000 W
 - Tensión de servicio: 400 V.
 - Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 5 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0.08;

- Potencias: P(w): 100000 Q(var): 0
 - Intensidades fasores: IR = 144.34; IS = -72.17-125i; IT = -72.17+125i; IN = 0
 - Intensidades valor eficaz: IR = 144.34; IS = 144.34; IT = 144.34; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)_R: 144.34

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig.

UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 81.2; S = 81.2; T = 81.2; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.31 V, 0.13%; SN = 0.31 V, 0.13%; TN = 0.31 V, 0.13%;

Compuesta: RS = 0.53 V, 0.13%; ST = 0.53 V, 0.13%; TR = 0.53 V, 0.13%;

e(total):

Simple: **RN = 1.43 V, 0.62% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 1.43 V, 0.62%; TN = 1.43 V, 0.62%;

Compuesta: RS = 2.47 V, 0.62%; ST = 2.47 V, 0.62%; TR = 2.47 V, 0.62%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 152 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 5

- Potencia nominal: 100000 W
 - Tensión de servicio: 400 V.
 - Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 5 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0.08;

- Potencias: P(w): 100000 Q(var): 0
 - Intensidades fasores: IR = 144.34; IS = -72.17-125i; IT = -72.17+125i; IN = 0
 - Intensidades valor eficaz: IR = 144.34; IS = 144.34; IT = 144.34; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)_R: 144.34

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig.

UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 81.2; S = 81.2; T = 81.2; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.31 V, 0.13%; SN = 0.31 V, 0.13%; TN = 0.31 V, 0.13%;

Compuesta: RS = 0.53 V, 0.13%; ST = 0.53 V, 0.13%; TR = 0.53 V, 0.13%;

e(total):

Simple: **RN = 1.43 V, 0.62% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 1.43 V, 0.62%; TN = 1.43 V, 0.62%;

Compuesta: RS = 2.47 V, 0.62%; ST = 2.47 V, 0.62%; TR = 2.47 V, 0.62%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 152 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Cálculo de la Línea: INVERSOR 6

- Potencia nominal: 100000 W

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0.08;

- Potencias: P(w): 100000 Q(var): 0

- Intensidades fasores: IR = 144.34; IS = -72.17-125i; IT = -72.17+125i; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 144.34; IS = 144.34; IT = 144.34; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)_R: 144.34

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig.

UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 159 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 81.2; S = 81.2; T = 81.2; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 0.31 V, 0.13%; SN = 0.31 V, 0.13%; TN = 0.31 V, 0.13%;

Compuesta: RS = 0.53 V, 0.13%; ST = 0.53 V, 0.13%; TR = 0.53 V, 0.13%;

e(total):

Simple: **RN = 1.43 V, 0.62% ADMIS (6.5% MAX.)**; SN = 1.43 V, 0.62%; TN = 1.43 V, 0.62%;

Compuesta: RS = 2.47 V, 0.62%; ST = 2.47 V, 0.62%; TR = 2.47 V, 0.62%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 152 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase A.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	600000	10	4(4x240)Cu	866.03	873.6	0.09	0.09	4(160)
CGD-1	300000	50	2(4x240)Cu	433.01	537.6	0.4	0.48	2(160)
CGD-2	300000	50	2(4x240)Cu	433.01	537.6	0.4	0.48	2(160)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
DERIVACIÓN IND.	10	4(4x240)Cu	23.358	25	22.606	17703.23	1000;10 In		
CGD-1	50	2(4x240)Cu	22.606	25 20	18.451	12552.06	630;10 In 630;10 In		
CGD-2	50	2(4x240)Cu	22.606	25 20	18.451	12552.06	630;10 In 630;10 In		

Subcuadro CGD-1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
INVERSOR 1	100000	5	4x50+TTx25Cu	144.34	159	0.13	0.62	63
INVERSOR 2	100000	5	4x50+TTx25Cu	144.34	159	0.13	0.62	63
INVERSOR 3	100000	5	4x50+TTx25Cu	144.34	159	0.13	0.62	63

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
INVERSOR 1	5	4x50+TTx25Cu	18.451	20	17.135	9810.05	160;10 In		
INVERSOR 2	5	4x50+TTx25Cu	18.451	20	17.135	9810.05	160;10 In		
INVERSOR 3	5	4x50+TTx25Cu	18.451	20	17.135	9810.05	160;10 In		

Subcuadro CGD-2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
INVERSOR 4	100000	5	4x50+TTx25Cu	144.34	159	0.13	0.62	63
INVERSOR 5	100000	5	4x50+TTx25Cu	144.34	159	0.13	0.62	63
INVERSOR 6	100000	5	4x50+TTx25Cu	144.34	159	0.13	0.62	63

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxim a (m)	Fase
INVERSOR 4	5	4x50+TTx25Cu	18.451	20	17.135	9810.05	160;10 In		
INVERSOR 5	5	4x50+TTx25Cu	18.451	20	17.135	9810.05	160;10 In		
INVERSOR 6	5	4x50+TTx25Cu	18.451	20	17.135	9810.05	160;10 In		

REQUISITOS TECNICOS PARA CONEXIÓN DE INSTALACIONES EN ALTA TENSION DE Un < 36 kV

Este apartado tiene como objeto dar cumplimiento a la especificación particular definiendo y regulando las características técnicas a las que debe ajustarse la nueva instalación proyectada en cumplimiento de las adecuadas condiciones de seguridad, fiabilidad y calidad de servicio.

Por lo tanto se transcribe íntegramente el apartado de conexión de Instalaciones de Generación de la IT 07972 de la compañía distribuidora UFD Distribución Electricidad S.A.

Los planos desarrollados de las protecciones serán aportadas por el fabricante del conjunto de celdas pero tendrán como base las especificaciones que se indican en esta instrucción técnica.

Instalaciones de generación

Este apartado hace referencia a instalaciones con generación conectada en la instalación interior del cliente, ya sean instalaciones únicamente de generación o instalaciones de producción con consumo asociado (autoconsumo).

Cada instalación generadora se conectará en un único punto de conexión a la red de distribución. En aquellas configuraciones en las que las instalaciones de generación se conecten en la instalación interior de un suministro de consumo o mediante una línea directa, la conexión se realizará de forma que se impida el acoplamiento de dos o más puntos distintos de la red de distribución en alta o baja tensión.

Los generadores conectados a la red de alta tensión que utilicen inversores electrónicos deberán cumplir todos los requisitos establecidos en las normas de aplicación. Para limitar la inyección tanto de corriente continua como de sobretensiones a la red de distribución y la correcta detección del funcionamiento en isla con dicha red de distribución, los inversores deben superar los ensayos establecidos en las normas UNE-EN 62116 V2 (para funcionamiento individual) y UNE 217002 (para funcionamiento en paralelo) para lo cual deben disponer de un informe de superación de ensayos realizados por un laboratorio acreditado para dichos ensayos según UNE-EN ISO/IEC 17025.

Las instalaciones de autoconsumo sin excedentes, conectadas a la red de alta tensión, con generación y regulación en baja tensión, deberán disponer de un sistema que evite el vertido de energía a la red de distribución. Dicho sistema antivertido debe cumplir los requisitos y ensayos establecidos en la ITC-BT 40.

Cualquier generador conectado a la red de distribución deberá estar preparado para admitir un reenganche sin ningún tipo de condición del interruptor de cabecera de UFD, en el tiempo de 1 segundo. Además, deberá estar equipado con un interruptor automático en el mismo nivel de tensión del punto de conexión, en este caso en MT, y un sistema de protecciones, que garanticen su desconexión en caso de una falta en la red o de faltas internas en la instalación.

No obstante lo anterior, en el caso de generadores en red interior, su conexión se realizará en el cuadro BT o en una CPM situada a la salida de BT del transformador y, se podrá prescindir del interruptor automático en el nivel de MT (52-I) si la potencia nominal de su transformador lo permite según lo indicado en el apartado 6.4.1.1 y la potencia de la instalación de generación sea menor o igual de 100 kW, siempre y cuando el equipo generador disponga de interruptor automático o su equivalente electrónico en el nivel de tensión en que se conecta el generador (52-G) y si la instalación se encuentra dentro del ámbito del RD 1699/2011).

En este caso, en que es posible la inexistencia de interruptor automático en el punto de conexión en MT (52-I) en instalaciones con generación con punto de interconexión en BT, el paso de funcionamiento en modo separado de generación con su consumo asociado a modo conectado a la red, se deberá realizar con corte previo de la generación.

Asimismo, independientemente del tipo de elemento instalado en la conexión con la red de distribución (interruptor automático en MT 52-I o interruptor-seccionador), si este elemento no se utiliza para realizar el sincronismo de la generación con la red de distribución, las condiciones de la instalación no permitirán realizar el cierre de dicho elemento con el generador conectado.

Para el cierre del interruptor automático del generador (52-I ó 52-G) se requerirá una señal de permiso que no estará presente en caso de ausencia de tensión en el lado de MT de la red de distribución. Para dicho permiso siempre será necesaria una función 27 (mínima tensión) que mida tensión del lado de la red de distribución del interruptor al que aplique. En el punto en que se realiza el sincronismo de la instalación de generación con la red de distribución, el interruptor automático requerirá también una señal de permiso que garantice que se cumplen las condiciones mínimas para evitar que la maniobra de conexión no cree situaciones que superen los límites técnicos del generador, en función de su tecnología (sincronismo, mínima velocidad, etc) y una tensión estable de red durante al menos 3 minutos.

De acuerdo a ITC-RAT 09, sólo se permitirá el cierre del interruptor del generador mediante un sistema de reposición automática siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- La apertura previa del interruptor automático no se ha debido a una falta interna del generador.
- La tensión de red se encuentra dentro de los límites de funcionamiento normal, durante un período especificado acorde con las características de la red de distribución a la que se conecte, por defecto de 3 minutos.
- No existe una orden enviada por los sistemas de protección y control de la red de distribución para el bloqueo en posición abierta del interruptor automático del generador.

En cualquier caso, este sistema de reposición automática será opcional y funcionará exclusivamente cuando la apertura previa del interruptor se ha debido a la actuación de las protecciones de máxima y mínima tensión/frecuencia (59, 27, 81M y 81m)

que se indicarán a continuación. El automatismo quedará bloqueado tanto por apertura manual del interruptor como por actuación de las protecciones de sobreintensidad (50-51 y 67Na) y de la protección de Máxima tensión homopolar (59N) cuando aplique. En este último caso, sólo se podrá desbloquear el automatismo de forma local, una vez identificada y eliminada la causa del disparo. Si el disparo previo ha sido por máxima frecuencia (81M), la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia de red sea igual o inferior a 50 Hz.

La instalación de generación dispondrá como mínimo de las siguientes protecciones que actuarán sobre el interruptor automático en MT (52-I) o, en su caso, sobre el interruptor automático (52-G) o equivalente electrónico en el nivel de tensión de conexión del generador:

- Mínima tensión entre cada par de fases (27). Regulable de 0,7 Un a 1,0 Un. Temporizado ajustable entre 0 y 2 segundos. Lógica 1 de 3, esto es, con al menos un par de fases con mínima tensión.

El valor tipo de UFD es 0,85 Un temporizado en 1,5 segundos.

Reposición al 102% del valor de ajuste.

- Máxima tensión entre cada par de fases (59). Regulable de 0,9 Un a 1,3 Un, temporizado ajustable entre 0 y 2 segundos. Lógica 1 de 3, esto es, con al menos un par de fases con máxima tensión.

El valor tipo de UFD es 1,1 Un temporizado en 1 segundo y 1,15 Un temporizado en 0,2 segundos para función 59 con dos etapas.

Reposición al 98% del valor de ajuste.

- Máxima y mínima frecuencia (81M + 81m). Regulable entre 51,5 y 47,5 Hz. Temporizado ajustable, entre 0 y 5 segundos.

Para 81M, el valor tipo UFD es 51,5 Hz temporizado en 0,5 segundos y para 81m es 47,5 Hz temporizado en 3 segundos. Los tiempos anteriores no incluyen el tiempo mínimo que precisa el relé de protección para medida de frecuencia, típicamente 6 pasos por cero, esto es, 6 subciclos (60 ms a 50 Hz).

Si se ha previsto disparo de las funciones 27, 59, 81M y 81m sobre el interruptor automático (52-G) o su equivalente electrónico en el nivel de tensión del generador, estas funciones también se pueden medir en dicho nivel de tensión.

Además, la instalación de generación dispondrá de una protección de Máxima tensión homopolar (59N), regulable de 5 a 40 V y con temporización ajustable entre 0 y 15 segundos. El valor tipo UFD es el 20% de la tensión residual con falta franca en neutro aislado, temporizado a 1 segundo y reposición al 105% del valor de ajuste. Independientemente del elemento (52-I ó 52-G) sobre el que actúe esta protección, la medida de tensión homopolar deberá realizarse siempre en el nivel de MT al no ser detectable esta condición en el punto de conexión (MT) con una medida en un nivel de tensión inferior. La obtención de la tensión residual podrá ser tanto directa, midiendo en triángulo abierto, como mediante valor calculado a partir de los valores de tensión tomados desde el arrollamiento de protección, tal como se recoge en los esquemas del Anexo 02.

En el caso de disponer de un sistema antivertido de energía a la red de distribución que cumpla los requisitos de la ITC-BT 40, no será necesaria esta función 59N.

Las funciones de protección anteriores no iniciarán el automatismo de reenganche. Se consideran protecciones de red y por tanto no constituyen protecciones propias de la máquina generadora en cuanto a sus límites de funcionamiento y anomalías internas, y que igualmente deberán ser instaladas de forma complementaria por parte del cliente.

En el caso de presencia de interruptor automático, independientemente de la potencia del transformador, las protecciones que se aplicarán sobre éste serán como mínimo las siguientes con objeto de coordinar adecuadamente con las protecciones de UFD instaladas aguas arriba del punto de conexión:

Sobreintensidad de tres fases, tanto instantáneas como temporizadas (50/51). Regulables de 0,3 a 10 In. Temporización ajustable entre 0,1 y 4 segundos. La temporización debe admitir tanto tiempo fijo como tiempo inverso según curvas IEC 60255.

Los ajustes tipo son:

Sobreintensidad instantánea (50): entre 8 y 10 veces In del transformador de potencia. El valor del ajuste dependerá de la tensión de cortocircuito y corriente magnetizante del transformador. Sin retardo intencionado.

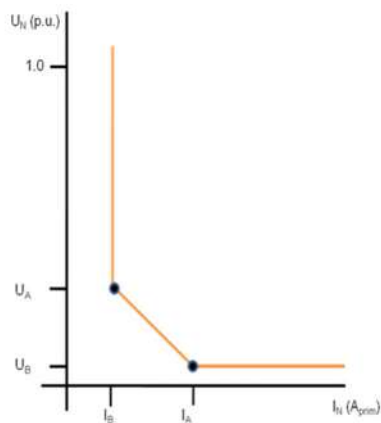
Sobreintensidad temporizada (51): se ajustará al menor de los tres valores siguientes:

- Intensidad resultante de la potencia contratada, calculada con una tensión equivalente al ajuste del relé 27 y $f_{dp}=1$, en instalaciones de generación que no tengan suministro como cliente, además de los servicios auxiliares de generación
- 1,2 veces In del Transformador de Potencia.
- 1,2 veces In del Transformador de intensidad.

En cualquiera de los tres casos anteriores, la unidad se ajustará con curva inversa con dial igual a 0,1.

Direccional de tierra para neutro aislado (67Na) con la misma sensibilidad que cabecera de subestación (curva tipo chafalán con intensidad residual mínima de 0,5 A primarios con tensión residual del 30% para falta franca en neutro

aislado y para 1,5 A primarios una tensión residual mínima del 2 % para falta franca en neutro aislado), con temporización ajustable entre 0 y 5 segundos y dirección de disparo hacia la instalación del cliente, según figura:



- IA Umbral de arranque alto de corriente residual para la función 67Na, en amperios. Se expresa en valores primarios. Valor normalizado para cabecera 3*IB.
- IB Umbral de arranque bajo de corriente residual para la función 67Na, en amperios. Se expresa en valores primarios. Valor normalizado para cabecera: 0,5 Aprim.
- UA Umbral de arranque alto de tensión residual, en p.u.. Se toma como base (1 p.u.) el valor de tensión residual que se tiene con una falta franca a tierra (resistencia de contacto a tierra igual a cero) en el sistema de neutro aislado considerado. Valor normalizado para cabecera: 0,3 p.u.
- UB Umbral de arranque bajo de tensión residual, en p.u. con la misma base. Valor normalizado para cabecera: 0,02 p.u

Los transformadores de intensidad para realizar las funciones de protección 67Na y 50/51 podrán estar ubicados tanto aguas arriba como aguas abajo del interruptor automático en MT.

Las funciones de protección de sobreintensidad anteriores podrán iniciar el automatismo de reenganche si así lo desea el cliente. En cualquier caso, se respetarán las condiciones de enclavamiento de cierre del interruptor automático indicadas anteriormente y reflejadas en los esquemas de Anexo 02, esto es, debe haber presencia de tensión en el lado MT de la red de distribución, y ausencia en lado MT del cliente, y si la hubiera, requeriría condiciones de sincronismo para poder realizar el citado cierre.

Las protecciones del generador con referencia de intensidad en el nivel de tensión de generación, si son en baja tensión, se podrán realizar indistintamente mediante interruptor magnetotérmico o desde secundarios de transformadores de intensidad que sirvan como referencia al equipo de protección.

En el caso de que se apliquen disparos sobre el interruptor automático (52-G) o su equivalente electrónico en el nivel de tensión de conexión del generador desde protecciones con referencia en MT, ubicadas en el CPMC, ambos elementos, tanto los transformadores en MT de referencia para la protección como el elemento sobre el que se dispara, deberán formar parte de instalaciones equipotenciales, es decir, estarán ubicados en instalaciones con red de tierra de protección común. La existencia o no de equipotencialidad entre la instalación de media tensión en la conexión y la instalación de generación condiciona la selección del esquema aplicable según Anexo 02.

En la tabla siguiente se recogen los ajustes tipo UFD de las funciones de protección descritas.

Tabla 5. Ajustes tipo UFD de funciones de protección
(conexión de generador)

Función 81M (Máxima frecuencia)	
f>	51,5 Hz
T	0,5 s
Función 81m (Mínima frecuencia)	
f<	47,5 Hz
T	3 s
Función 59 (Máxima tensión)	
U>	1,1 x Un
T	1 s
U>>	1,15 x Un
T	0,2 s
Función 27 (Mínima tensión)	
U<	0,85 x Un
T	1,5 s
Función 59N (Máxima tensión homopolar)	
U _{RES} >	20 % (*)
T	1 s
(*) 20% Tensión residual con falta franca en neutro aislado. La tensión residual con falta franca en neutro aislado es $\sqrt{3} U_N$, siendo U_N el valor de la tensión compuesta nominal de red.	
Función 50 (Sobreintensidad instantánea)	
I>>	de 8 a 10 x I _{NTP}
T	0 s
Función 51 (Sobreintensidad temporizada)	
I>	El menor de: 1 x I _{maxUn} 1,2 x I _{NTP} 1,2 x I _{Nti}
Tipo Curva	CEI Normal Inversa
Indice tiempo (k)	0,1
Función 67Na (Direccional de tierra para neutro aislado)	
I _B	0,5 A primarios (**)
I _A	3 x I _B (**)
U _B	2 % (**)
U _A	30 % (**)
T	0,1 s
Los valores son de tensión e intensidad residuales y no de secuencia homopolar.	

Tabla 5. Ajustes tipo UFD de funciones de protección

(**) Curva tipo chaflán con intensidad residual mínima de 0,5 A primarios con tensión residual del 30% para falta franca en neutro aislado y para 1,5 A primarios una tensión residual mínima del 2 % para falta franca en neutro aislado. La tensión residual con falta franca en neutro aislado es $\sqrt{3} U_N$, siendo U_N el valor de la tensión compuesta nominal de red.

En la IT.07985 “Tipologías, esquemas de medida y esquemas de conexión para Autoconsumo en Alta Tensión de $U_n \leq 36$ kV” se desarrolla en detalle la conexión a la red MT de UFD de las instalaciones de generación en sus distintas modalidades.

Medida de facturación/liquidación

Los puntos de medida se ajustarán a los requisitos y condiciones establecidos en el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico aprobado por el RD 1110/2007, de 24 de agosto, al RD 1164/2001 de tarifas de acceso, al RD 244/2019 de autoconsumo y a la reglamentación vigente en materia de metrología y seguridad industrial, cumpliendo los requisitos necesarios para permitir y garantizar la correcta medida y facturación de la energía circulada.

Asimismo, se tendrá en cuenta lo indicado en las especificaciones de UFD IT.07982 "Requisitos Técnicos de Medida de Energía en Redes de Alta Tensión de $Un \leq 36$ kV" e IT.07985 "Tipologías, esquemas de medida y esquemas de conexión para Autoconsumo en Alta tensión $Un \leq 36$ kV".

Como regla general, UFD como encargado de la lectura, tendrá libre y permanente acceso, directamente desde la vía pública, a la parte de la instalación donde esté/n ubicado/s el/los punto/s de medida, salvo en los autoconsumos con instalaciones de generación conectadas en la instalación interior de un suministro de consumo y en los que según lo indicado en el artículo 10 del RD 244/2019 sea preciso medir la generación neta y se opte por una configuración de medida en la que la medida de la generación neta está en cascada con la medida ubicada en la frontera del suministro de consumo, en cuyo caso dicho punto de medida de la generación neta podrá ubicarse en un punto del interior de la finca.

El responsable del punto de medida propondrá la ubicación del punto de medida principal que con carácter general coincidirá con un punto accesible desde la vía pública donde se pueda medir toda la energía intercambiada en el punto frontera, aplicando los criterios establecidos en las instrucciones técnicas complementarias, sin perjuicio de su posterior verificación. La ubicación del punto requerirá en cualquier caso la autorización del encargado de la lectura. Excepcionalmente, previo acuerdo de los participantes en una medida y autorización del encargado de la lectura, se podrá establecer otro punto de medida principal cuya ubicación difiera de lo indicado anteriormente, siempre que sea equivalente a dicho punto y resulte imposible o excepcionalmente costosa su normal ubicación.

La configuración del CPMC (centro de protección y medida del cliente) permitirá las operaciones necesarias para realizar en condiciones de seguridad los trabajos y verificaciones habituales en las celdas de medida en MT. En concreto será necesaria la existencia de un seccionador de puesta a tierra y será precisa además la presencia de un punto para puesta a tierra (mediante un segundo seccionador de puesta a tierra o mediante un punto accesible e identificado para la conexión a tierra de forma manual), en el punto contrario de los transformadores de intensidad en que se conecta el seccionador de puesta a tierra.

En el caso de centros de transformación intemperie (CTI) o de instalaciones con un único transformador de hasta 50 kVA, en las que se opte por realizar la medida en baja tensión, ésta siempre se realizará en una CPM adecuada que se situará en el ámbito del propio centro de transformación en un punto con acceso directo de forma libre y permanente desde la vía pública, según las condiciones recogidas en la IT.07982 "Requisitos Técnicos de Medida de Energía en Redes de Alta Tensión de $Un \leq 36$ kV".

Instalaciones de sólo consumo o sólo generación

El punto de medida estará siempre en el nivel de MT, es decir el nivel de tensión del punto de conexión identificado en los esquemas del Anexo 02 como MF (medida del punto frontera).

No obstante, para instalaciones de exterior con el transformador ubicado sobre apoyo (CTI) y para el resto de instalaciones con un solo un transformador de potencia nominal hasta 50 kVA, se permitirá la ubicación de este punto de medida en el nivel de baja tensión en las condiciones indicadas en la IT.07982 "Requisitos Técnicos de Medida de Energía en Redes de Alta Tensión de $Un \leq 36$ kV".

En el resto de instalaciones con un solo transformador de más de 50 kVA o con varios transformadores, tanto sean de exterior con el transformador situado a pie de poste como de interior, el punto de medida se ubicará siempre en el nivel de media tensión y en el CPMC existirá una celda con los elementos destinados a la medida en MT.

El punto de medida de generadores será tal que, independientemente del elemento (CPMC o CPM) donde esté ubicado, mida la generación neta, es decir, incluyendo los servicios auxiliares de generación.

3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD

INTRODUCCION.

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

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo, entendiendo como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de

seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparamenta eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

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

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcassas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

CONDICIONES AMBIENTALES.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

-La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.

-La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.

-Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

-Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.

-Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.

-Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

-La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.

-Se evitarán los olores desagradables.

ILUMINACIÓN.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurcromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

INTRODUCCION.

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

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

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

OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

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

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

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

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

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

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

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente

y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

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

DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

INTRODUCCION.

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

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

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

OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

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

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

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

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

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

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

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

DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

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

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

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

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

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

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

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

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

Deberá figurar claramente la carga nominal.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

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

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

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

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

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

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

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

DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

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

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

DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el

cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

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

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

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

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

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

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

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.

- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

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

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

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

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

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

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

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

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

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

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

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

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

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

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

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

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

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

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

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

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

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

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

MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Relleno de tierras.

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

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

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

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

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

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tabloneros,

sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

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

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

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

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

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

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

Trabajos de manipulación del hormigón.

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

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

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

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

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

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

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

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

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

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

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

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

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

Montaje de prefabricados.

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

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

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

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

Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tabloneros, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Montaje de vidrio.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

Pintura y barnizados.

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

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

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

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

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

Instalación eléctrica provisional de obra.

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

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

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

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

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

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

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

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

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

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

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

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

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

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.

- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

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

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

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

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

Instalación de antenas y pararrayos.

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

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

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

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.

INTRODUCCION.

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

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

PROTECTORES DE LA CABEZA.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.

- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

4. PLIEGO DE CONDICIONES

1. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.

Corresponde al Técnico 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 órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido 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 o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o 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 informar puntualmente al Constructor o Instalador, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene 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 e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando 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 Técnico Director 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.

3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes. El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

9. FALTAS DE PERSONAL.

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

10. CAMINOS Y ACCESOS.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

11. REPLANTEO.

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

13. ORDEN DE LOS TRABAJOS.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

19. OBRAS OCULTAS.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

21. VICIOS OCULTOS.

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

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.

23. MATERIALES NO UTILIZABLES.

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 vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

27. PLAZO DE GARANTÍA.

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

29. 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 o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

30. 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 Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

5 PRESUPUESTO

CAPÍTULO CAP 01 LÍNEA MEDIA TENSIÓN A CEDER

P15AC070	m. LÍNEA DE SECCION S:3x240mm ² , RHZ1-20L AI 12/20kV					
	Conductor de sección S:3x240mm ² , RHZ1-20L, 12/20kV para conexión entre el punto de entronque y el centro de transformación subterráneo. Cable de aluminio electrolítico, clase 2 con obturación longitudinal. Con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), y pantalla sobre el aislamiento de material semiconductor termoestable y pelable. Cubierta exterior de poliolefina libre de halógenos, color rojo.					
	LSMT - 1	10			10,00	
	LSMT - 2	10			10,00	
	Despuntos	2	3,00		6,00	
					26,00	15,66 407,16
BOTELLAS	ud CONECTOR APANTALLADO PARA PASATAPAS DE 400/630 A					
	Botellas tipo T para la conexión del conductor a la salida de las celdas de línea					
	LSMT - 1	3			3,00	
	LSMT - 2	3			3,00	
					6,00	67,35 404,10
ZANJA 1	m. ZANJA DE DIMENSIONES MINIMAS 50x80cm					
	Zanja de dimensiones mínimas 50cm. de ancho y 80cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5cm. de arena, montaje de tubos de material termoplástico de 160mm. de diámetro, relleno con una capa de arena hasta una altura de 5cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, con reposición de pavimento con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.					
	Pto.Entonque - CST	10			10,00	
					10,00	6,78 67,80
TOTAL CAPÍTULO CAP 01 LÍNEA MEDIA TENSIÓN A CEDER.....						879,06

CAPÍTULO CAP 02 CENTRO DE SECCIONAMIENTO TELECONTROLADO CMS-21

CMS21	ud CENTRO DE SECCIONAMIENTO TELECONTROLADO					
	Centro de seccionamiento telecontrolado, compuesto por:					
	Edificio de hormigon tipo CMS 21, con las siguientes dimensiones:					
	Ancho: 2305 - 2355 mm					
	Alto: 1920 + 576 mm					
	Fondo: 1370 mm					
	Peso: 4150 kg + Aparamenta 3L 2TC + TT (570 kg.)					
	Celdas de MT:					
	Sistema de Celdas de Media Tensión bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa IEC / UNE-EN 62271-200 para instalación interior con las siguientes características generales estándar. Celda compacta de Media Tensión con 3 funciones de entrada / salida de cable más 1 función de protección y seccionamiento al transformador para alimentación de los Servicios Auxiliares del CS con las siguientes características particulares:					
	Valores Eléctricos:					
	Tensión asignada Ur		24kV			
	Intensidad asignada		400A			
	Intensidad de corta duración Ik 16 kA eficaz		40 kA cresta 1 s			
	Intensidad de corta duración PaT		1 kA eficaz 2,5 kA cresta 1 s			
	Clasificación Arco Interno		IAC AFL 16 kA - 0,5 s			
	nº de cubas		2 (3L + PSSAA)			
	Densímetro		SI (3L)			
	Tipo de Telecontrol		GPRS 3G			
	Extensible		Ambos lados			
	T.T		Bifásico - 350 VA			
	Todo según esquema unifilares adjuntos.					
					1,00	12.225,59 12.225,59
78965	ud TIERRA DE PROTECCION INTERIOR					
	Tierras Interiores Protección Transformación: Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparataje de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora y planos adjuntos.					
					1,00	467,57 467,57

320	ud TIERRA DE PROTECCION EXTERIOR Tierras Exteriores Prot Transformación: Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,5 m Número de picas: cuatro Longitud de picas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 5.0x3.0 m	1,00	733,42	733,42
TOTAL CAPÍTULO CAP 02 CENTRO DE SECCIONAMIENTO TELECONTROLADO CMS-21				13.426,58
CAPÍTULO CAP 03 CENTRO TRANSFORMACION Y MEDIDA 630kVA PFU-4				
PFU5	ud Edificio de Transformación: PFU-4 Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU 4/30, de dimensiones generales aproximadas 4280 mm de largo por 2200 mm de fondo por 2585 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.	1,00	6.837,76	6.837,76
CM	ud Celda de Medida: cgmcosmos-M Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: Un = 24 kV Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria. Se incluyen el montaje y conexión.	1,00	3.693,42	3.693,42
CPF	ud Celda de Protección General de Ruptofusible: cgmcosmos-P Protección General: cgmcosmos-p Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Se incluyen el montaje y conexión.	1,00	2.206,61	2.206,61
CL	ud Celda de línea: cgmcosmos-L Celda de línea CGMCOSMOS-L, módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	1,00	1.527,13	1.527,13
PTEMT	ud Puentes MT Transformador: Cables MT 12/20 kV Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1-10L, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.	1,00		

En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

T1000	ud Transformador 630kVA en aceite de 15/B2 kV Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural en aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión DYN11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de +/-2.5%, +/-5%, +/-10%.	1,00	424,67	424,67
CBT	ud Cuadro BT - B2 Transformador Interruptor en Carga Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características: Interruptor manual de corte en carga de 1600 A . Salidas formadas por bases portafusibles: 1 Salida Tensión nominal: 440 V Aislamiento: 10 kV Dimensiones: Alto: 1820 mm Ancho: 580 mm Fondo: 300 mm	1,00	8.399,19	8.399,19
PTEBT	ud Puentes BT - B2 Transformador: Puentes BT - B2 Transformador Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 5xfase+5xneutro de 3,0 m de longitud	1,00	1.544,29	1.544,29
78965	ud TIERRA DE PROTECCION INTERIOR Tierras Interiores Protección Transformación: Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartados de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora y planos adjuntos.	1,00	940,30	940,30
65478	ud TIERRA DE SERVICIO INTERIOR Tierras Interiores de Servicio Transformación (NEUTRO): Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora y planos adjuntos.	1,00	467,57	467,57
320	ud TIERRA DE PROTECCION EXTERIOR Tierras Exteriores Protección Transformación: Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a plicas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,5 m Número de plicas: cuatro Longitud de plicas: 2 metros Dimensiones del rectángulo: 5.0x3.0 m	1,00	426,82	426,82
023	ud TIERRA DE SERVICIO EXTERIOR Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características: Geometría: Plicas alineadas Profundidad: 0,5 m Número de plicas: tres Longitud de plicas: 2 metros Distancia entre plicas: 3 metros	1,00	733,42	733,42
DEF	ud Defensa de Transformador: Protección física transformador Protección metálica para defensa del transformador. La defensa incluye una cerradura enclavada con	1,00	359,38	359,38

la celda de protección del transformador correspondiente.

ILUM	ud Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación Equipo de iluminación compuesto de: Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.	1,00	145,85	145,85
SEG	ud Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: Banquillo aislante Par de guantes aislantes Una palanca de accionamiento Armario de primeros auxilios	1,00	386,06	386,06
		1,00	334,60	334,60
TOTAL CAPÍTULO CAP 03 CENTRO TRANSFORMACION Y MEDIDA 630kVA PFU-4.....				28.427,07

CAPÍTULO CAP 04 LÍNEA MEDIA TENSIÓN PRIVADA

P15AC070	m. LÍNEA DE SECCIÓN S:3x240mm ² , RHZ1-20L AI 12/20kV Conductor de sección S:3x240mm ² , RHZ1-20L, 12/20kV para conexión entre el punto de entronque y el centro de transformación subterráneo. Cable de aluminio electrolítico, clase 2 con obturación longitudinal. Con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), y pantalla sobre el aislamiento de material semiconductor termoestable y pelable. Cubierta exterior de poliolefina libre de halógenos, color rojo. LSMT - 3 5 5,00 DESPUNTES 2 3,00 6,00			
BOTELLAS	ud CONECTOR APANTALLADO PARA PASATAPAS DE 400/630 A Botellas tipo T para la conexión del conductor a la salida de las celdas de línea LSMT - 3 3 3,00	11,00	15,66	172,26
ZANJA 1	m. ZANJA DE DIMENSIONES MINIMAS 50x80cm Zanja de dimensiones mínimas 50cm. de ancho y 80cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5cm. de arena, montaje de tubos de material termoplástico de 160mm. de diámetro, relleno con una capa de arena hasta una altura de 5cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, con reposición de pavimento con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexión. CS-CPMC 5 5,00	3,00	67,35	202,05
		5,00	6,78	33,90
TOTAL CAPÍTULO CAP 04 LÍNEA MEDIA TENSIÓN PRIVADA.....				408,21

CAPÍTULO CAP 05 INSTALACION FOTOVOLTAICA DE BT

PLA	ud MODULO SOLAR FV 720W VERTEX N-type i-TOPCon bifacial dual glass Módulo solar fotovoltaico VERTEX N-type i-TOPCon bifacial dual glass, con una potencia máxima (Wp) 720W, con la siguientes características: Tensión a máxima potencia (Vmp): 41.3 V Intensidad a máxima potencia (Imp): 17.44 Tensión en circuito abierto (Voc) 49.4 A Intensidad de cortocircuito (Isc) 14.86 A Eficiencia 23.2%, Placa con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. El precio no incluye la estructura soporte.			
EST	ud ESTRUCTURA METALICA SUJECION PLACAS SOPORTE SOLARBLOC Estructura / portico triangular para soportacion de paneles fotovoltaicos, para instalacion de hasta 120 paneles, con una inclinacion regulable de hasta 35°, con distancia entre soportes de 2.20m, fabricado en acero de la marca Walraven o similar.	918,00	176,10	161.659,80
		2,00	5.638,85	11.277,70

CON	ud ARMARIO DE CONEXIONES (7 STRINGS) Armario monobloc de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 1400x400x200 mm, color gris RAL 7035, con grados de protección IP66 e IK10; instalación en superficie, incluyendo las protecciones indicadas en esquemas.			
		6,00	1.535,71	9.214,26
CGBT	ud CUADRO PROTECCIONES SALIDA INVERSOR Cuadro de protección de líneas de BT de salida del inversor, con IP - 44 o superior, incluyendo la aparatmentada definida en los esquemas unifilares, incluso placas de montaje, zócalos, pasillo de barras, pequeño material, ventilación e iluminación. incluso cerradura y un 20% de reserva, completamente montado y funcionando.			
4X25	m Conductor RZ1-K(AS) de sección 4x50 mm2 Conductor de sección 4x50 mm2. Servicio: Fuerza a cuadro electrico. Características: - Tipo: RZ1-K(AS) según normas constructivas UNE 21.123-2. - Marca: PRYSMIAN o similar. - Modelo: RETENAX FLEX Iris Tech. - Tensión de aislamiento (kV): 0,6/1. - Tensión de prueba (kV): 3,5 en c.a. durante 5 minutos. - Ensayos de fuego: - No propagación de la llama (UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2); - Reducida emisión de halógenos (UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH<14 %). - Temperatura máxima en conductor: 90 °C en continuo, 250 °C en cortocircuito. - Material conductor: Cobre electrolítico recocido. - Material aislamiento: XLPE, tipo DIX3 s/ HD 603-1. - Material cubierta: mezcla de PVC, tipo DMV-18 s/ HD 603	1,00	7.712,85	7.712,85
	PUENTES 6 20,00 120,00			
4X4X240	m Conductor RZ1-K(AS) de sección 4x(4x240) mm2 Conductor de sección 4x(4x240) mm2. Servicio: Fuerza a cuadro electrico. Características: - Tipo: RZ1-K(AS) según normas constructivas UNE 21.123-2. - Marca: PRYSMIAN o similar. - Modelo: RETENAX FLEX Iris Tech. - Tensión de aislamiento (kV): 0,6/1. - Tensión de prueba (kV): 3,5 en c.a. durante 5 minutos. - Ensayos de fuego: - No propagación de la llama (UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2); - Reducida emisión de halógenos (UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH<14 %). - Temperatura máxima en conductor: 90 °C en continuo, 250 °C en cortocircuito. - Material conductor: Cobre electrolítico recocido. - Material aislamiento: XLPE, tipo DIX3 s/ HD 603-1. - Material cubierta: mezcla de PVC, tipo DMV-18 s/ HD 603	120,00	19,76	2.371,20
3X6	m Conductor RZ1-K(AS) de sección 2x6 mm2 Conductor de sección 2x6 mm2. Servicio: Fuerza salida series FV. Características: - Tipo: RZ1-K(AS) según normas constructivas UNE 21.123-2. - Marca: PRYSMIAN o similar. - Modelo: RETENAX FLEX Iris Tech. - Tensión de aislamiento (kV): 0,6/1. - Tensión de prueba (kV): 3,5 en c.a. durante 5 minutos. - Ensayos de fuego: - No propagación de la llama (UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2); - Reducida emisión de halógenos (UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH<14 %). - Temperatura máxima en conductor: 90 °C en continuo, 250 °C en cortocircuito. - Material conductor: Cobre electrolítico recocido. - Material aislamiento: XLPE, tipo DIX3 s/ HD 603-1. - Material cubierta: mezcla de PVC, tipo DMV-18 s/ HD 603-1.	10,00	249,45	2.494,50
	LBT STRINGS 40 90,00 3.600,00			
T32	m Tubo PVC rígido de diametro 32mm Tubo PVC rígido de diametro 32mm con resistencia a la compresión de 1250N, resistencia al impacto: 6 Julio. y temperatura de trabajo: -15°C hasta 105°C. Propiedades eléctricas: Aislante - No propagador de la llama. de la marca ODI BAKAR o similar.	3.600,00	5,69	20.484,00
	LBT 40 45,000 1.800,000			
		1.800,00	3,74	6.732,00

T160	m Tubo PVC de diámetro 160mm Tubo de PVC de diámetro 160mm de color rojo en barras de 6m. PEAD de doble pared, corrugada por el exterior y lisa en su interior, del tipo DECAPLAST de la marca ODI-BAKAR o similar, para canalización de líneas eléctricas. NOTA: No se incluye obra civil			
		200,00	2,29	458,00
E17CDB020	m. BANDEJA PVC. 60x150 mm. Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 60x150 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(9), de material aislante y de reacción al fuego M1.			
		400,00	22,29	8.916,00
E17CDB040	m. BANDEJA PVC. 100x300 mm. Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 100x300 mm. y 3 m. de longitud, con 2 separadores, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(9), de material aislante y de reacción al fuego M1.			
		100,00	67,96	6.796,00
INVER2	ud Inversor Fotovoltaico HUAWEI modelo SUN2000-100KTL-M2 Inversor Solar modelo HUAWEI modelo SUN2000-100KTL-M2, de conexión de la instalación FV, preparado para conexión a instalaciones alimentadas con corriente trifásica. El inversor HUAWEI modelo SUN2000-100KTL-M2 tienen una potencia de 100kW y salida de 160.4A de intensidad máxima, con las siguientes características: Pico de Potencia del Inversor: 100/110 kW/kVA Voltaje de Trabajo del Inversor: 1100V Potencia de Salida aparente: 110kVA Rango de Funcionamiento del MPP: 200V - 1000V Eficiencia del Inversor: Onda Senoidal Pura Se adjunta ficha técnica al final del proyecto, para ver más características.			
		6,00	3.251,57	19.509,42
CONTROL	ud Sistema de control y visualización de generación FV Y WIFI Registrador de datos inteligente y equipo para monitorización de instalaciones solares fotovoltaicas, de la marca HUAWEI, modelo SmartLogger 3000A o sistema compatible. El equipo cuenta con comunicaciones con conexión ethernet, WIFI, RS485, MBUS, 2G/3G/4G, 4 entradas digitales, 2 salidas digitales, 4 entradas analógicas y DO Activo. Permite la monitorización y el registro de datos de hasta un máximo de 80 inversores y permite comunicación Wifi mediante APP para la puesta en marcha del equipo, completamente montado, instalado y funcionando.			
		1,00	689,41	689,41
TIERRA GRAL	ud RED DE TIERRAS DE LA INSTALACION Suministro e instalación del sistema de tierras constituido por: - Cableado de tierra, formado por conductor de Cobre desnudo Cu 50 mm., unido en sus extremos al embarrado de protección de la caja general de protección o de la caja de protección y medida, y al electrodo anterior, con soldaduras aluminotermicas...120m - 2 caja seccionadora de P.A.T. completamente instalada. Se realizarán las medidas de resistencia de puesta a tierra, una vez ejecutada para la comprobación del valor de la misma.			
		2,00	148,53	297,06
PM	ud PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACION Puesta en marcha de la instalación, incluyendo programación, proyectos, OCAs incluso tramitación en la delegación de industria etc.			
		1,00	3.388,85	3.388,85
TOTAL CAPÍTULO CAP 05 INSTALACION FOTOVOLTAICA DE BT.....				262.001,05
TOTAL				305.141,97

FICHAS TECNICAS

SUN2000-100KTL-M1

Inversor de String Inteligente



10
Seguidores MPP



98.8%
Máx. Eficiencia



Monitorización a nivel
de string



Diagnóstico inteligente
de curvas I-V admitido



Detección de corriente
residual integrada



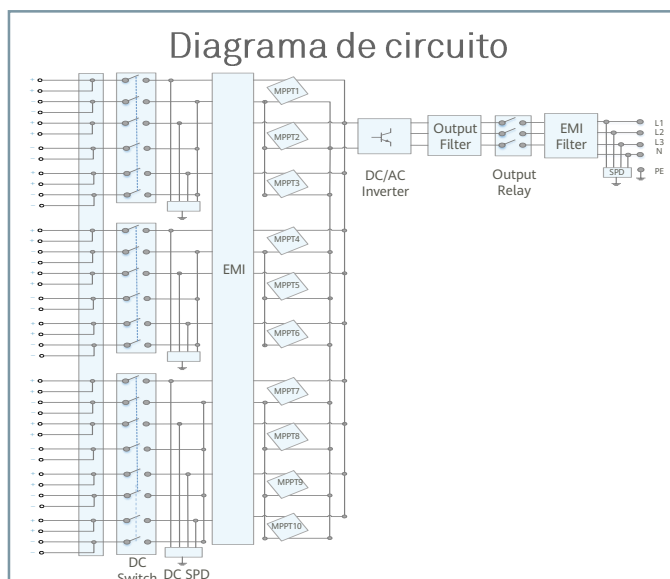
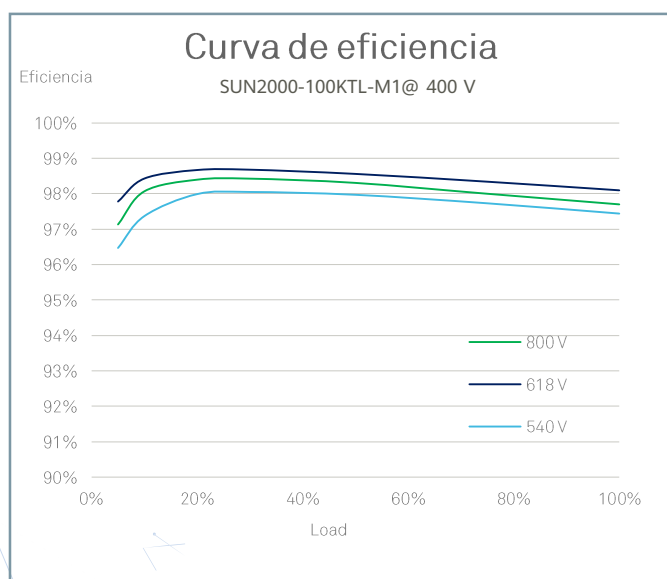
Diseño
sin fusibles



Protección contra
sobretensiones DC y AC



IP66
Protección



Preliminary Version

Especificaciones técnicas

Eficiencia	
Máx. Eficiencia	98.8% @480 V; 98.6% @380 V/400 V
Eficiencia europea	98.6% @480 V; 98.4% @380 V/400 V
Entrada	
Máx. tensión de entrada	1,100 V
Máx. intensidad por MPPT	26 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	40 A
Tensión de entrada inicial	200 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	570 V @380 V; 600 V @400 V; 720 V @480 V
Número de entradas	20
Número de MPPTs	10
Salida	
Potencia nominal activa de CA	100,000 W (380 V / 400 V / 480 V @40°C)
Máx. potencia aparente de CA	110,000 VA
Máx. potencia activa de CA ($\cos\phi=1$)	110,000 W
Tensión nominal de salida	220 V / 230 V, default 3W + N + PE; 380 V / 400 V / 480 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad de salida nominal	152.0 A @380 V; 144.4 A @400 V; 120.3 A @480 V
Máx. intensidad de salida	168.8 A @380 V; 160.4 A @400 V; 133.7 A @480 V
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	<3%
Protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado CC	Sí
Protección contra funcionamiento en isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa de CC	Sí
Monitorización de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos	Sí
Protector contra sobretensiones de CC	Tipo II
Protector contra sobretensiones de CA	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Sí
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Sí
Comunicaciones	
Monitor	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sí
RS485	Sí
MBUS	Sí (Transformador de aislamiento requerido)
General	
Dimensiones (ancho x alto x profundidad)	1,035 x 700 x 365mm (40.7 x 27.6x 14.4 pulgadas)
Peso (con soporte de montaje)	90 kg (198.4 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Enfriamiento	Ventilación inteligente
Altitud de operación	4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%
Conector de CC	Staubli MC4
Conector de CA	Conector resistente al agua + OT/DT Terminal
Clase de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Cumplimiento estándar (Más información disponible a pedido)	
Certificados	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683

Preliminary Version

Vertex N

N-type i-TOPCon bifacial dual glass
Monocrystalline module

PRODUCT: TSM-NEG21C.20

POWER RANGE: 695-720W

720W

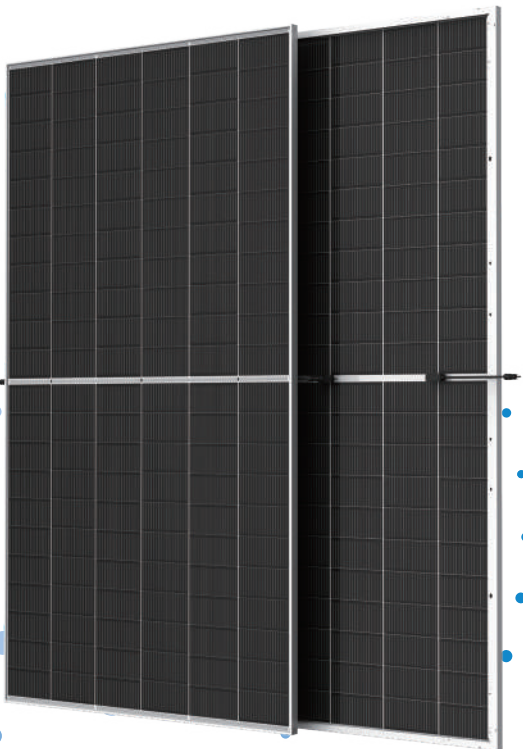
MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

23.2%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Standardized module size with flagship module power, 35W higher compared with conventional technology
- Low voltage design with higher string power, effectively reducing BOS (Balance of System) and LCOE (Levelized Cost of Energy) by 2%~6%
- Higher container space utilization effectively reduces the freight cost
- Certified Low-Carbon Footprint
- The Star of LCOE



High power up to 720W

- Up to 23.2% module efficiency, on 210 innovation platform
- Patented i-TOPCon technology with continuous efficiency improvement, including contact resistance reduction, rear reflection enhancement and edge quality repairment



High reliability

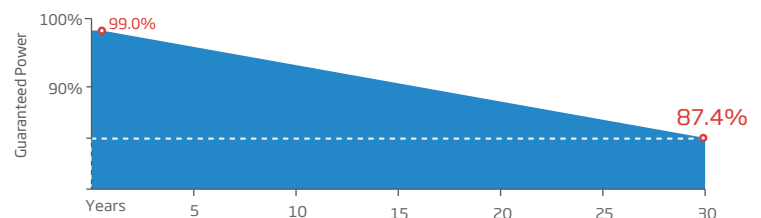
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology and high-density packaging
- Reduced risks of hot-spot with half-cut technology
- Certified high resistance against salt, ammonia, sand, PID, LID, LeTID
- Sustainable in harsh environments and extreme weather conditions



High energy yield

- Excellent low irradiation performance, validated by 3rd party
- Lower temperature coefficient (-0.29%/°C)
- Higher bifaciality, with up to 10%~20% additional power gain from back side depending on albedo
- Reliable dual-glass structure with 30-year power guarantee

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



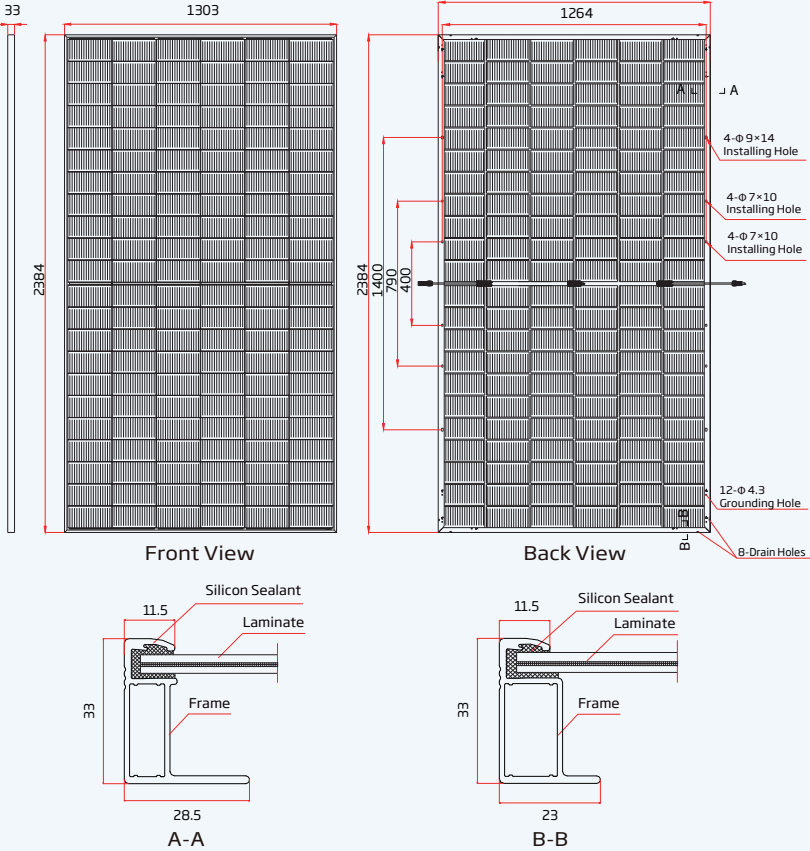
Comprehensive Products and System Certificates



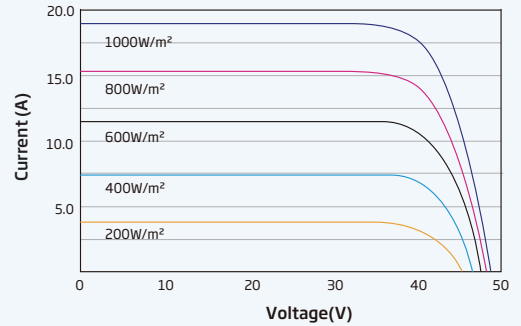
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO45001: Occupational Health and Safety Management System
ISO14067: Product Carbon Footprint Limited Assurance

Trinasolar

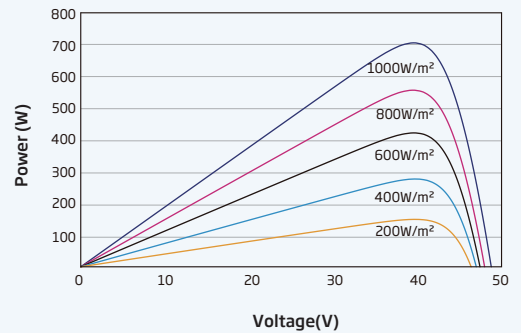
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(705 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(705 W)



MECHANICAL DATA

Solar Cells	N-type i-TOPCon Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1303×33 mm (93.86×51.30×1.30 inches)
Weight	38.3 kg (84.4 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)

Frame	33mm(1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²) Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / TS4 Plus / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

ELECTRICAL DATA (STC & NOCT)

Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Peak Power Watts -P _{MAX} (Wp)*	695	531	700	534	705	540	710	543	715	547	720	551
Power Tolerance-P _{MAX} (W)	0 ~ +5											
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	40.3	37.9	40.5	38.0	40.7	38.3	40.9	38.5	41.1	38.7	41.3	38.8
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	17.25	14.00	17.29	14.04	17.33	14.08	17.36	14.12	17.40	14.14	17.44	14.19
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	48.3	45.9	48.6	46.1	48.8	46.3	49.0	46.5	49.2	46.7	49.4	46.9
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	18.28	14.72	18.32	14.76	18.36	14.80	18.40	14.83	18.44	14.86	18.49	14.90
Module Efficiency η _m (%)	22.4		22.5		22.7		22.9		23.0		23.2	

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s. *Measuring tolerance: ±3%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 5% & 10% backside power gain)

Backside Power Gain	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Total Equivalent power -P _{MAX} (Wp)	730	765	735	770	740	776	746	781	751	787	756	792
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	40.3	40.3	40.5	40.5	40.7	40.7	40.9	40.9	41.1	41.1	41.3	41.3
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	18.11	18.98	18.15	19.02	18.20	19.06	18.23	19.10	18.27	19.14	18.31	19.18
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	48.3	48.3	48.6	48.6	48.8	48.8	49.0	49.0	49.2	49.2	49.4	49.4
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	19.19	20.11	19.24	20.15	19.28	20.20	19.32	20.24	19.36	20.28	19.41	20.34

Power Bifaciality: 80±5%.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P _{MAX}	-0.29%/°C
Temperature Coefficient of V _{OC}	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of I _{SC}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

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

WARRANTY

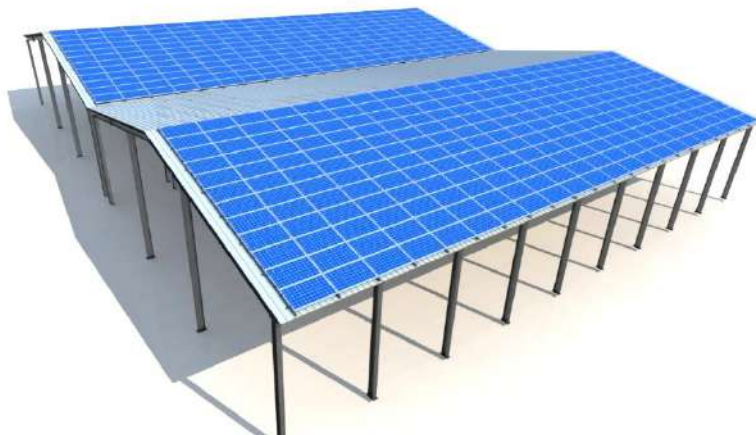
12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
1% first year degradation
0.40% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 33 pieces
Modules per 40' container: 594 pieces

 SOPORTES SOLARES	ESTRUCTURA COPLANAR	Referencia	006
		Fecha	06/10/2017
		Revisión	0
		Página	1
Denominación: Estructura de aluminio para colocación de módulos sobre techo sin añadir inclinación adicional a la propia de la cubierta			



1 – CARACTERISTICAS

- Estructura de aluminio de alta resistencia ensamblada mediante tornillería de acero inoxidable y tornillería autotaladrante zinc-niquelada con 1000 horas en cámara de niebla salina
- Los materiales de los que se compone la estructura garantizan una resistencia excepcional a la corrosión con el paso del tiempo
- Toda la estructura viene preparada para su rápida instalación, ya que todas las perforaciones para pernos vienen premecanizadas y controladas por el departamento de calidad para cumplir las normas ISO
- La estructura es adaptable al módulo fotovoltaico de cualquier fabricante
- Esta estructura conjuntamente con el abanico de soportes ofrecidos se puede colocar en cualquier superficie, teja, soleras hormigón, cubiertas metálicas, fachadas, contrapesos de hormigón etc.

2 – MATERIAL

El material de fabricación del soporte es aleación de Aluminio, concretamente 6005 T6. El aluminio 6005 T6 es un aluminio estructural comúnmente empleado en este tipo de estructuras, con muy buena resistencia a la corrosión. El material una vez extrusionado recibe un tratamiento térmico, en este caso un templado, para mejorar sus características mecánicas. El temple empleado es el T6, el mayor que se le puede proporcionar al aluminio

Se cumplen las características mecánicas de resistencia y propiedades físicas que se detallan en la Norma UNE 38349

Tratamiento	Carga de Rotura (Rm)		Límite elástico (Rp0'2)		Alargamiento		Dureza mínima (Wb)	
	6060	6005	6060	6005	6060	6005	6060	6005
T4	120	180	60	90	16	15	2	2
T5	160	-	120	-	8	-	11	14
T6	190	270	150	225	8	8	12	15

 SOPORTES SOLARES	ESTRUCTURA COPLANAR	Referencia	006
		Fecha	06/10/2017
		Revisión	0
		Página	2
Denominación: Estructura de aluminio para colocación de módulos sobre techo sin añadir inclinación adicional a la propia de la cubierta			

El material de fabricación de los pernos es aleación de Acero Inoxidable, concretamente A2-70. El acero inoxidable es un acero de elevada resistencia a la corrosión, dado que el cromo u otros metales aleantes que contiene, poseen gran afinidad por el oxígeno reaccionando con este y formando una capa pasivadora, evitando así la corrosión del hierro que contiene.

Se cumplen las características mecánicas de resistencia y propiedades físicas que se detallan en la Norma UNE-EN ISO 3506

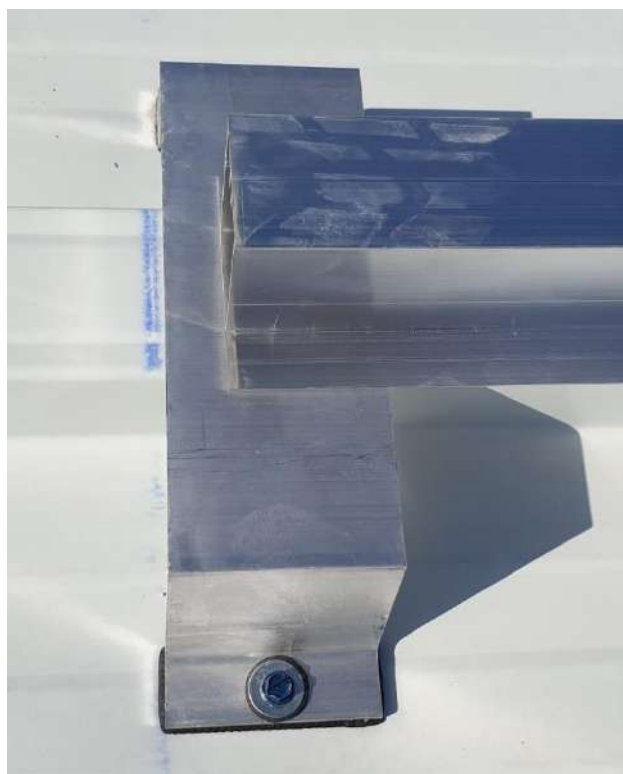
Calidad	Carga de Rotura (Rm)	Límite elástico (Rp0'2)	Alargamiento	Dureza mínima (Hb)
A2-70	700	450	0,4d	175

El material de fabricación de los tornillos autotaladrantes es acero SAR J403 1022 con una protección zinc-niquelada sellante que le proporciona una resistencia a la corrosión de 1000 horas en cámara de niebla salina según ISO 9227.

Se cumplen las características mecánicas de resistencia y propiedades físicas que se detallan en la Norma UNE-EN ISO 10666

Norma	Medida	Resistencia a Tracción (kN)	Resistencia a Cortadura (kN)	Dureza mínima (Hb)
7504-K	ST 6.3	13.36	6.68	165

2.1 Imágenes



 SOPORTES SOLARES	ESTRUCTURA COPLANAR	Referencia	006
		Fecha	06/10/2017
		Revisión	0
		Página	3
Denominación: Estructura de aluminio para colocación de módulos sobre techo sin añadir inclinación adicional a la propia de la cubierta			

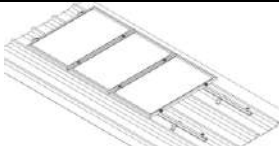
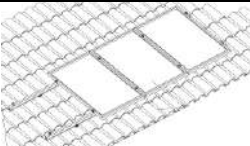



3 – DATOS TÉCNICOS

La estructura en su conjunto resiste las cargas de viento y nieve que indica el eurocódigo hasta una altura de 200 metros sobre el nivel del mar según las normas vigentes de la edificación UNE EN ISO 1991. La estructura está fabricada conforme a las normas de fabricación de estructuras de aluminio UNE EN ISO 1090.

La instalación de los kits coplanares debe instalarse conjuntamente con un tipo de soporte que conformarán una estructura completa que cumplirá los estándares arriba indicados. El montaje de la estructura se llevará a cabo colocando los perfiles P26 sobre los soportes e instalando los tornillos autotaladrantes que unen el resto de la estructura como se indica en los manuales de montaje siempre teniendo en cuenta que ***todas las fijaciones deben realizarse sobre la línea de taladro para asegurar la integridad de la estructura.***

 <div>SOPORTES SOLARES</div>	<div>ESTRUCTURA COPLANAR</div>		Referencia	006
			Fecha	06/10/2017
			Revisión	0
			Página	4
Denominación: Estructura de aluminio para colocación de módulos sobre techo sin añadir inclinación adicional a la propia de la cubierta				

Código		Tipo de Soporte		
		Soporte S12	Soporte S4 + Soporte Varilla Roscada	Soporte S3
Distancia máxima entre apoyos	[m]	3	1.8	1.5
Distancia máxima de Voladizo	[m]	0.5	0.5	0.4
Dirección de los perfiles	[-]	Perpendiculares a la cumbrera	Cualquiera	Paralelos a la cumbrera
Posibilidades de montaje	[-]			

**El ensamblaje de la estructura debe hacerse correctamente y conforme a las indicaciones del manual de montaje para que cumpla las características de resistencia enunciadas*

4 – POSIBILIDADES DE MONTAJE

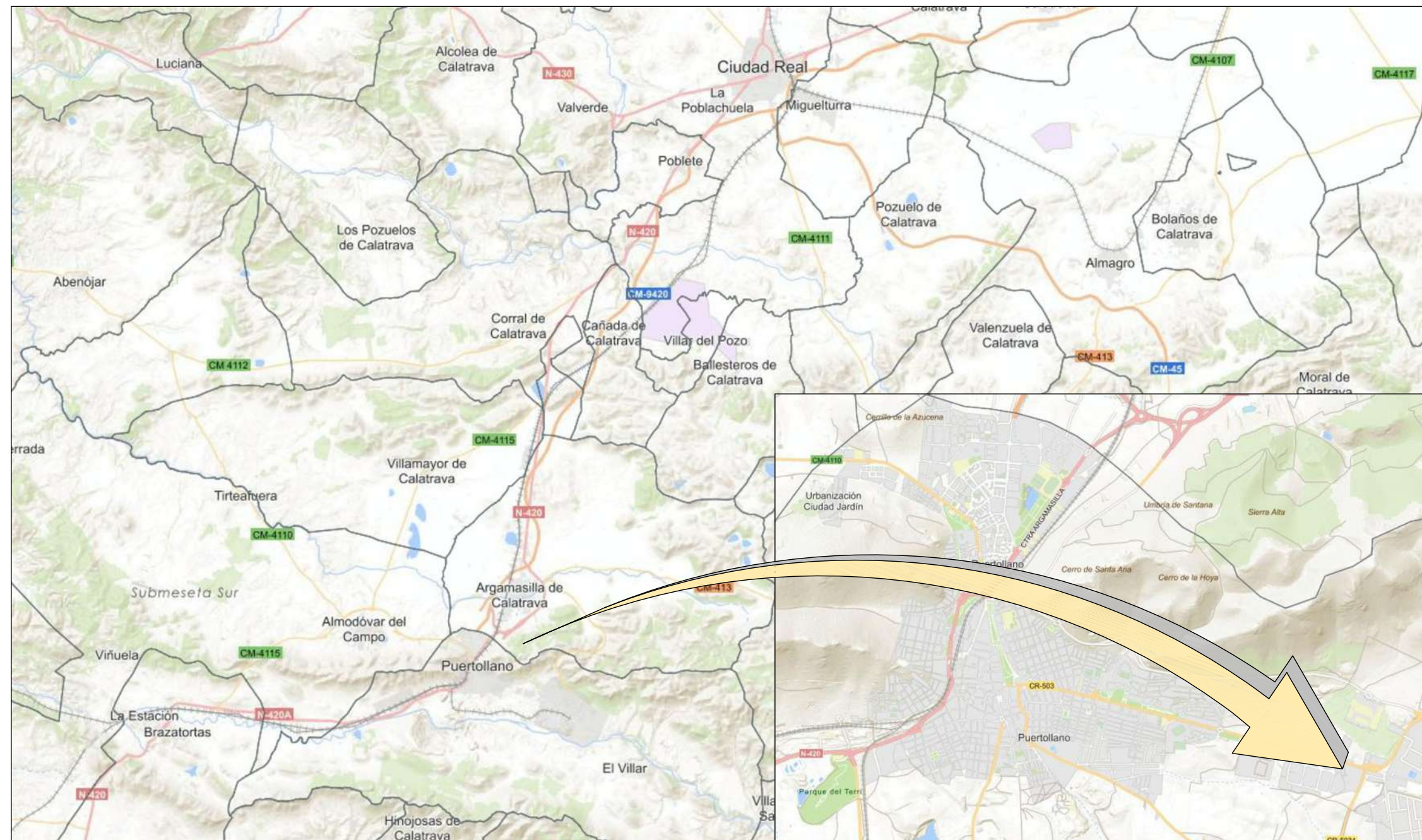
El kit coplanar dispone de una gran variedad de posibles montajes para todo tipo de cubiertas ya que es combinable con todos los tipos de soporte ofrecidos y puede ser de mayor o menor longitud gracias a la posibilidad de conectar sus perfiles P26 superiores mediante el conector P26.

La combinación más utilizada es el kit coplanar conjuntamente con el soporte S4 más soporte de varilla, lo que nos permite colocar la estructura en cualquier tipo de superficie de hormigón, teja y pizarra. El soporte se anclará al hormigón mediante el uso de una resina química de poliéster de alta resistencia que permitirá de esta forma colocar debidamente los perfiles en la dirección deseada y posteriormente colocar los módulos fotovoltaicos.

Si se combina el kit coplanar con el soporte S12 podremos instalar el kit en cubiertas industriales cuya cumbrera esté perpendicular a los perfiles, ya que los soportes S12 se deben atornillar a la subestructura de la nave industrial. De esta forma en cada una de las correas de acero de la nave industrial dispondremos de un soporte y posteriormente los perfiles P26 que formarán un único cuerpo estructural.

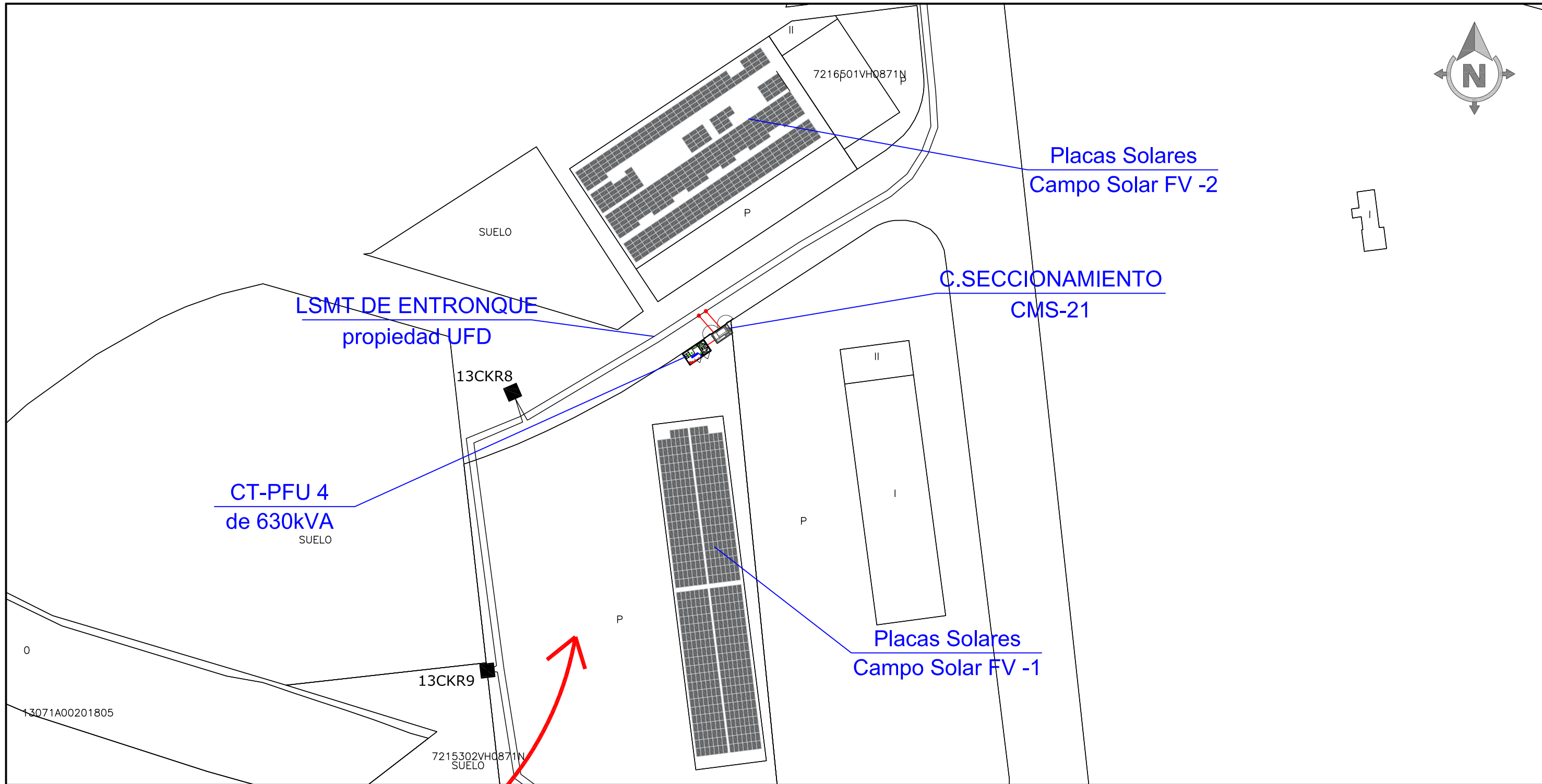
En caso de combinarse la estructura con el soporte S3 se podrá instalar el kit en cubiertas metálicas grecadas, de forma que los perfiles estén perpendiculares a la greca, es decir, paralelos a la cumbrera de la nave industrial. De esta forma se instalará a la distancia indicada un soporte S3 y encima de estos el perfil P26 formando un único cuerpo estructural. *Previamente a la instalación de este tipo de soporte es necesario cerciorarse de que el soporte se adapta a la greca de la cubierta donde se va a realizar la instalación.*

6. PLANOS



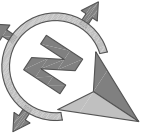
PUERTOLLANO
INDUSTRIAS ARAGONESAS 601

PLANO nº: <div>01</div>		Títular: SOLAR Y LED CAPITAL 2018 SL Situación: INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 RC: 7216106VH0871N0001GP 13500. PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)	Escala: <div>s/e</div>	I G I S A I N G E N I E R Í A S.L. C/Canalejas, 5 - Local. 13700 TOMELLOSO (C. Real) Tel. 926 50 11 70. proyectos@igisa.net	
ARCHIVO: <div>25-6000</div>				<div>PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kWpico) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).</div>	
REVISIÓN: <div>v.00</div>					
DIBUJADO: J. Cano	FECHA: MAY.25				
PLANO: <div>PLANO DE SITUACIÓN</div>			<div>EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199</div> <div>Fernando TORRES CRESPO</div>		



INDUSTRIAS ARAGONESAS 601

PLANO nº: 02	Títular: SOLAR Y LED CAPITAL 2018 SL Situación: INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 RC: 7216106VH0871N0001GP 13500. PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)	Escala: 1/10000	IGISA INGENIERÍA S.L. C/Canalejas, 5 - Local. 13700 TOMELLOSO (C. Real) Tel. 926 50 11 70. proyectos@igisa.net	
ARCHIVO: 25-6000	PLANO: PLANTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE MT		PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kWpico) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).	
REVISIÓN: v.00				
DIBUJADO: J. Cano	FECHA: MAY.25		EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 Fernando TORRES CRESPO	



LSMT S: 3x240mm²
RHZ1-OL; 12/20kV; Long. 10m
(Objeto de proyecto)

Punto de conexión

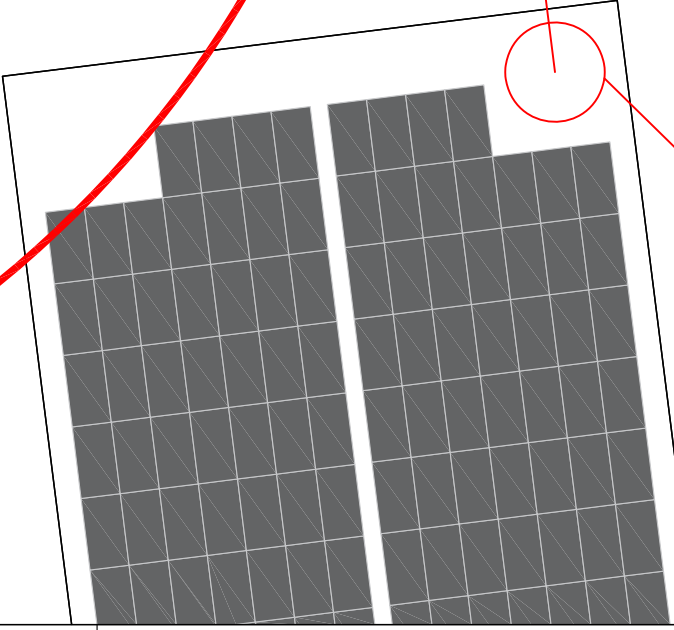
C.SECCIONAMIENTO
CMS-21

CT-PFU 4
de 630kVA

LSMT S: 3x240mm²
RHZ1-OL; 12/20kV; Long. 5m
(Objeto de proyecto)

LSBT S: 4x(4x240)mm²
RZ1-K(AS); 0.6/1kV; Long. 50m
(Objeto de proyecto)

Detalle de la sala de BT
ver en plano nº 10
(Objeto de proyecto)



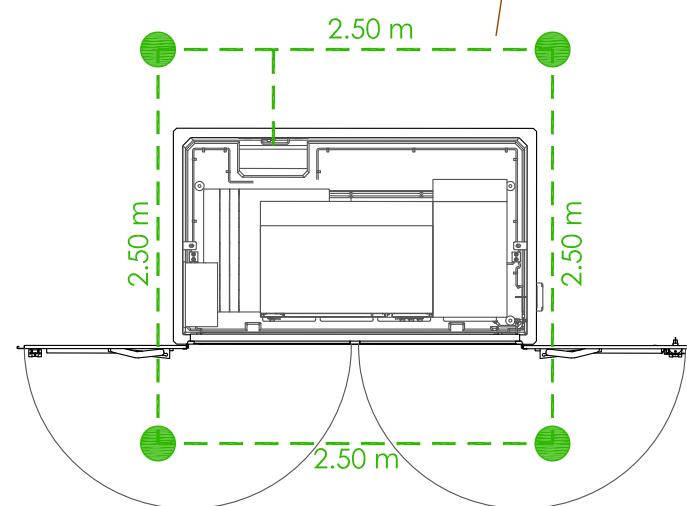
PLANO nº: **03**
ARCHIVO: 25-6000
REVISIÓN: v.00
DIBUJADO: J. Cano
FECHA: MAY.25

Títular: SOLAR Y LED CAPITAL 2018 SL
Situación: INDUSTRIAS ARAGONESAS 601
RC: 7216106VH0871N0001GP
13500. PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)
PLANO:
**IMPLANTACIÓN DE LA
INSTALACIÓN DE MT**

Escala: 1/10000

IGISA INGENIERIA S.L. C/Canalejas, 5 - Local. 13700 TOMELLOSO (C. Real) Tel. 926 50 11 70. proyectos@igisa.net
PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
DE 630kW (671.04 kWpico) CON CONEXIÓN
A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601
DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).
EL INGENIERO INDUSTRIAL
C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199
Fernando TORRES CRESPO

TIERRA DE PROTECCIÓN (HERRAJES)
CU DESNUDO 50 mm²
UNESA - 25-25/5/42



PUESTA A TIERRA

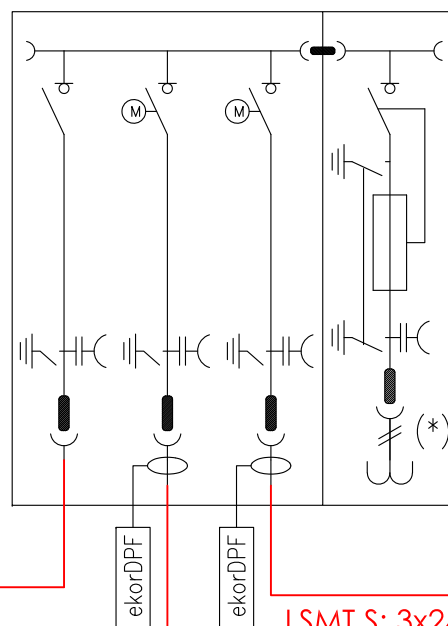
LSMT S: 3x240mm²
(Bajo Tubo Ø160)
RHZ1-OL 12/20kV
10 m

LSMT
CTV716

Empalme en MT

LSMT
CTV716

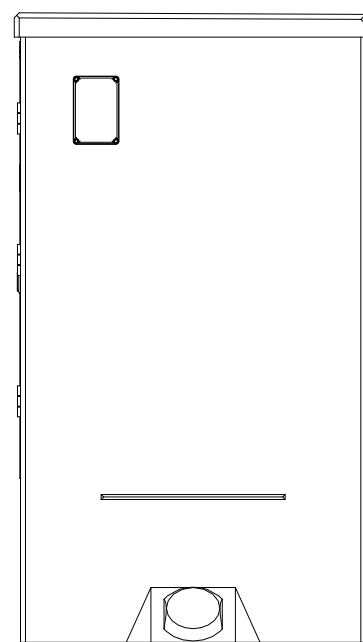
LSMT S: 3x240mm²
(Bajo Tubo Ø160)
RHZ1-OL 12/20kV
10 m



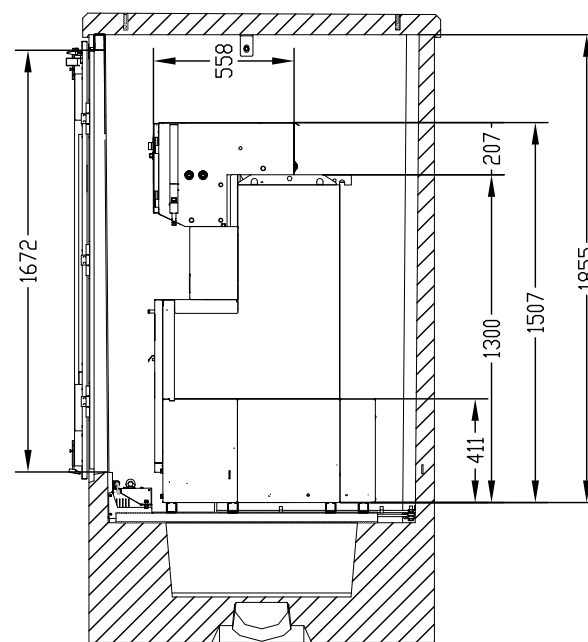
LSMT S: 3x240mm²
(Bajo Tubo Ø160)
RHZ1-OL 12/20kV
5 mts

a CT 630kVA

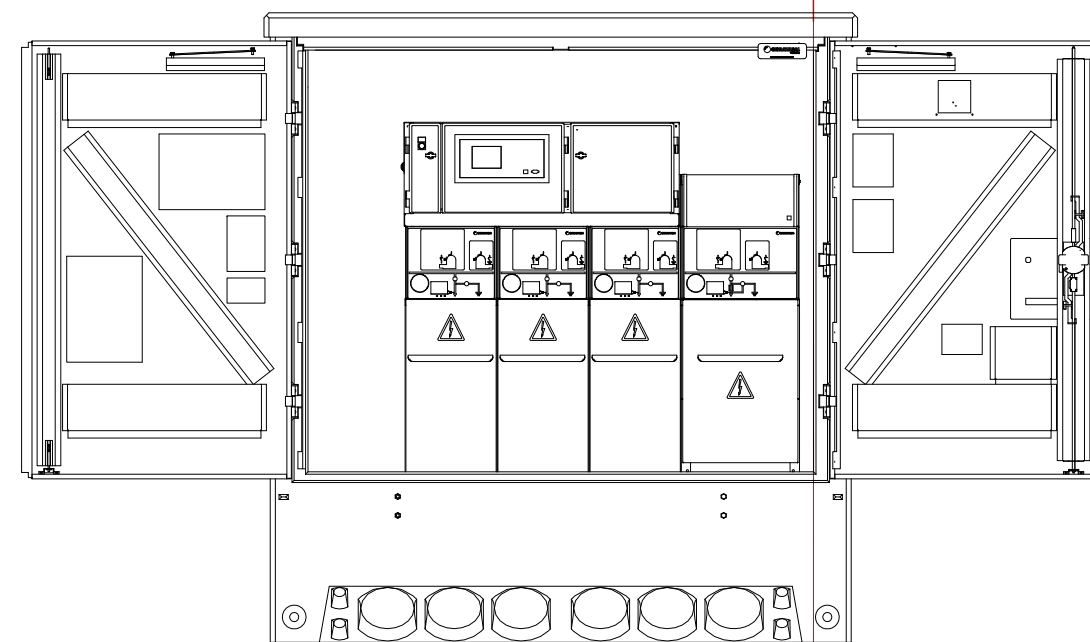
Gen9
Escala 1:30



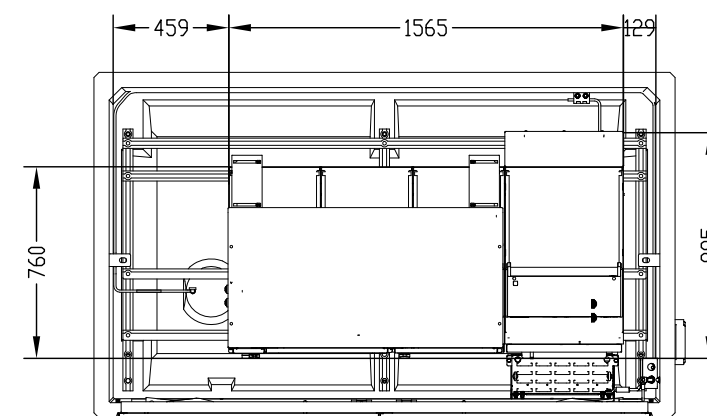
Derecha5



Sección F-F



Alzado6



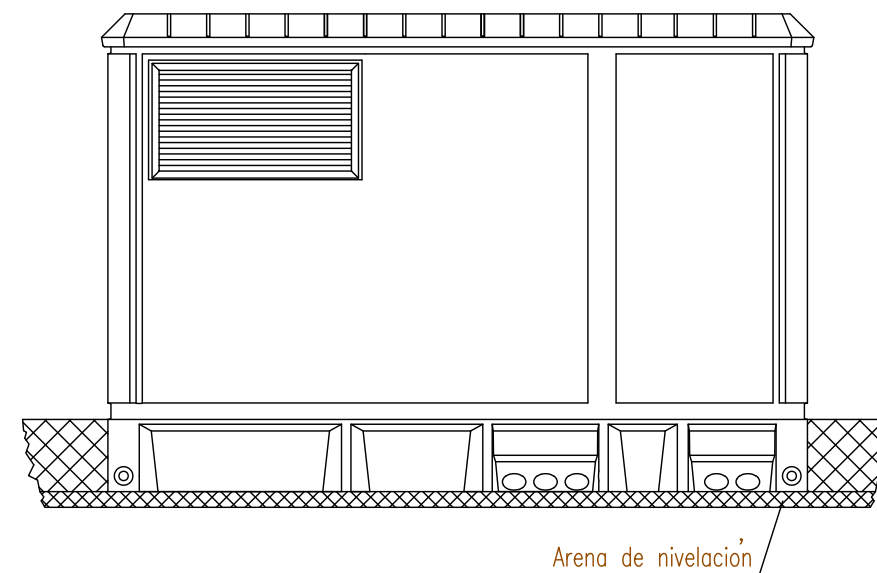
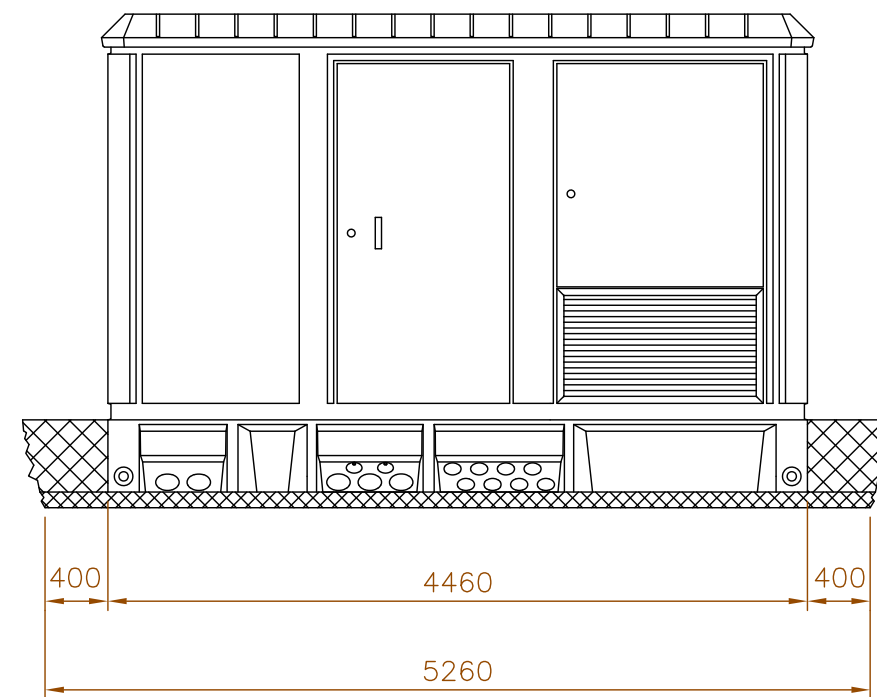
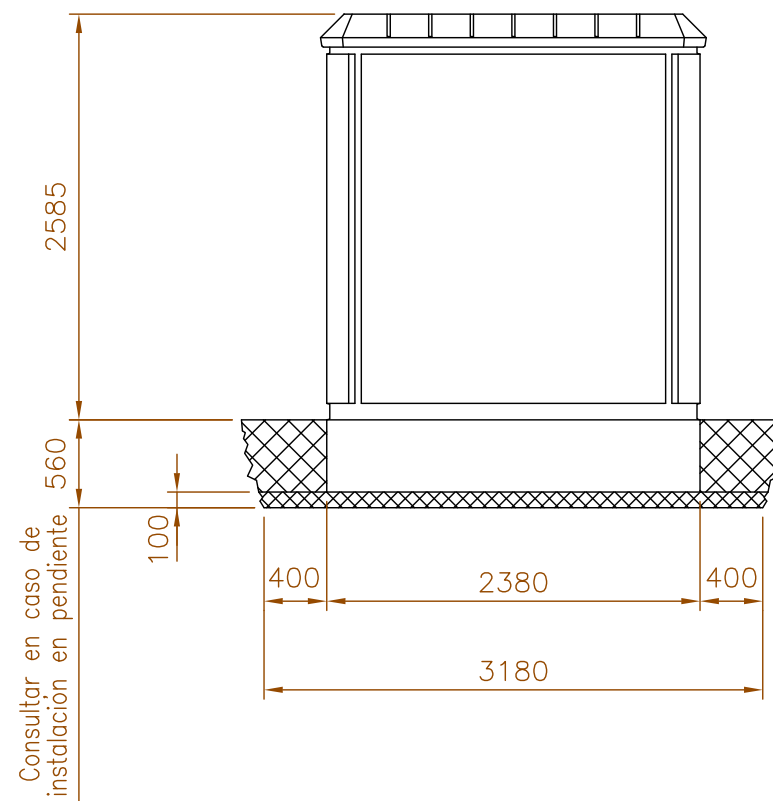
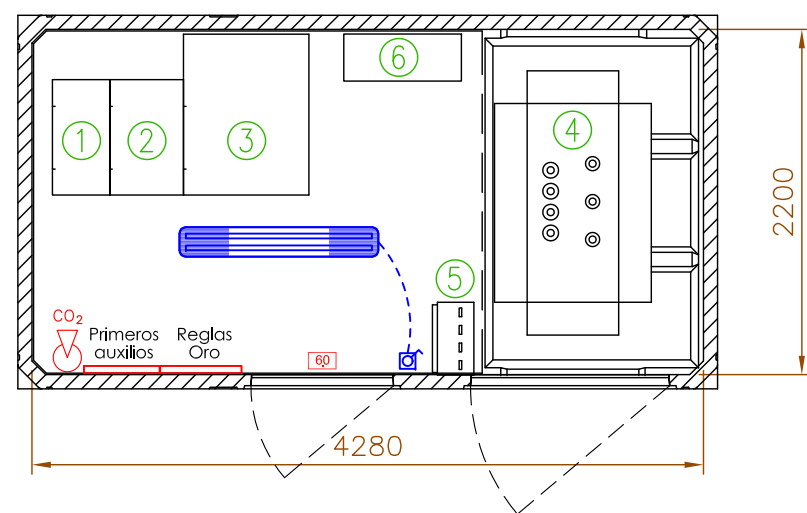
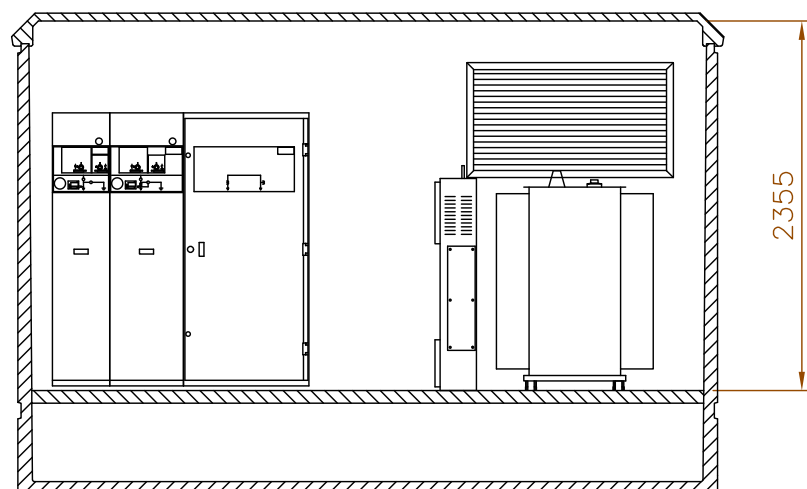
Superior5

PLANO nº:	04
ARCHIVO:	25-6000
REVISIÓN:	v.00
DIBUJADO:	J. Cano
FECHA:	MAY.25

Títular:	SOLAR Y LED CAPITAL 2018 SL
Situación:	INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 RC: 7216106VH0871N0001GP 13500. PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)
PLANO:	CMS-21 3L 2TC GPRS + cgmcosmos-a SSAA TT 20 kV

Escala:	s/e
IGISA INGENIERIA	

IGISA INGENIERIA S.L. C/Canalejas, 5 - Local. 13700 TOMELLOSO (C. Real) Tel. 926 50 11 70. proyectos@igisa.net	EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199
PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kWpico) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).	Fernando TORRES CRESPO



LEYENDA

- ① CELDA DE LINEA DE CABLES 24kV
- ② CELDA DE PROTECCIÓN CON RUPTOFUSIBLES 24kV
- ③ CELDA DE MEDIDA (3+3 VERIFICADOS)
- ④ TRANSFORMADOR 630kVA 15/B2 kV
- ⑤ CUADRO DE VERTIDO
- ⑥ ARMARIO DE MEDIDA EN MT

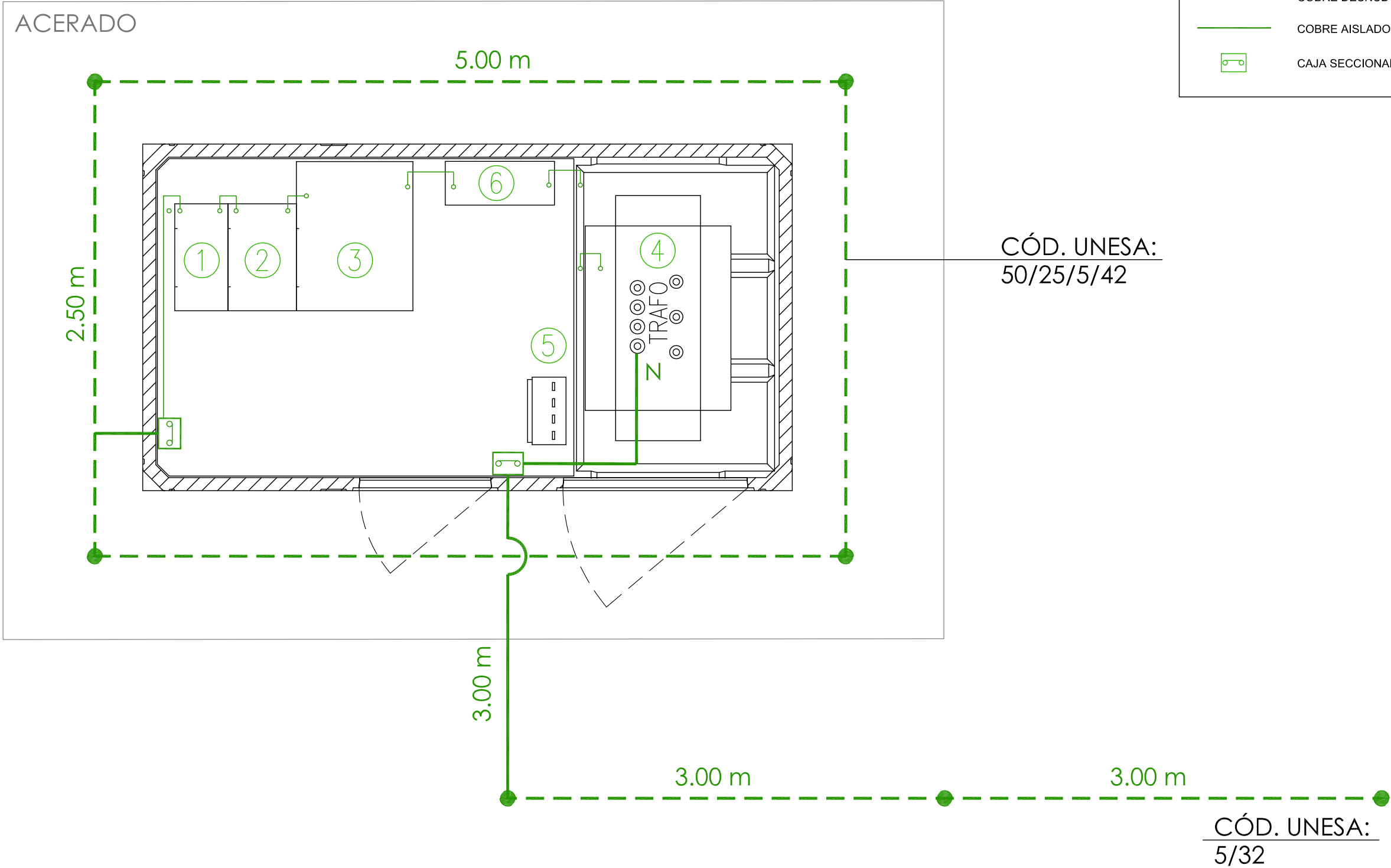
DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

PLANO nº:	05	Títular: SOLAR Y LED CAPITAL 2018 SL
ARCHIVO:	25-6000	Situación: INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 RC: 7216106VH0871N0001GP 13500. PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)
REVISIÓN:	v.00	PLANO:
DIBUJADO:	J. Cano	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-4; 400 kVA
FECHA:	MAY.25	

Escala:	1/75

IGISA INGENIERÍA S.L. C/Canalejas, 5 - Local. 13700 TOMELLOSO (C. Real) Tel. 926 50 11 70. proyectos@igisa.net	EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199
PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kWpico) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).	Fernando TORRES CRESPO

TIERRAS DE PROTECCIÓN
Picas: 2.00 m
Profundidad de las picas: 0.50 m

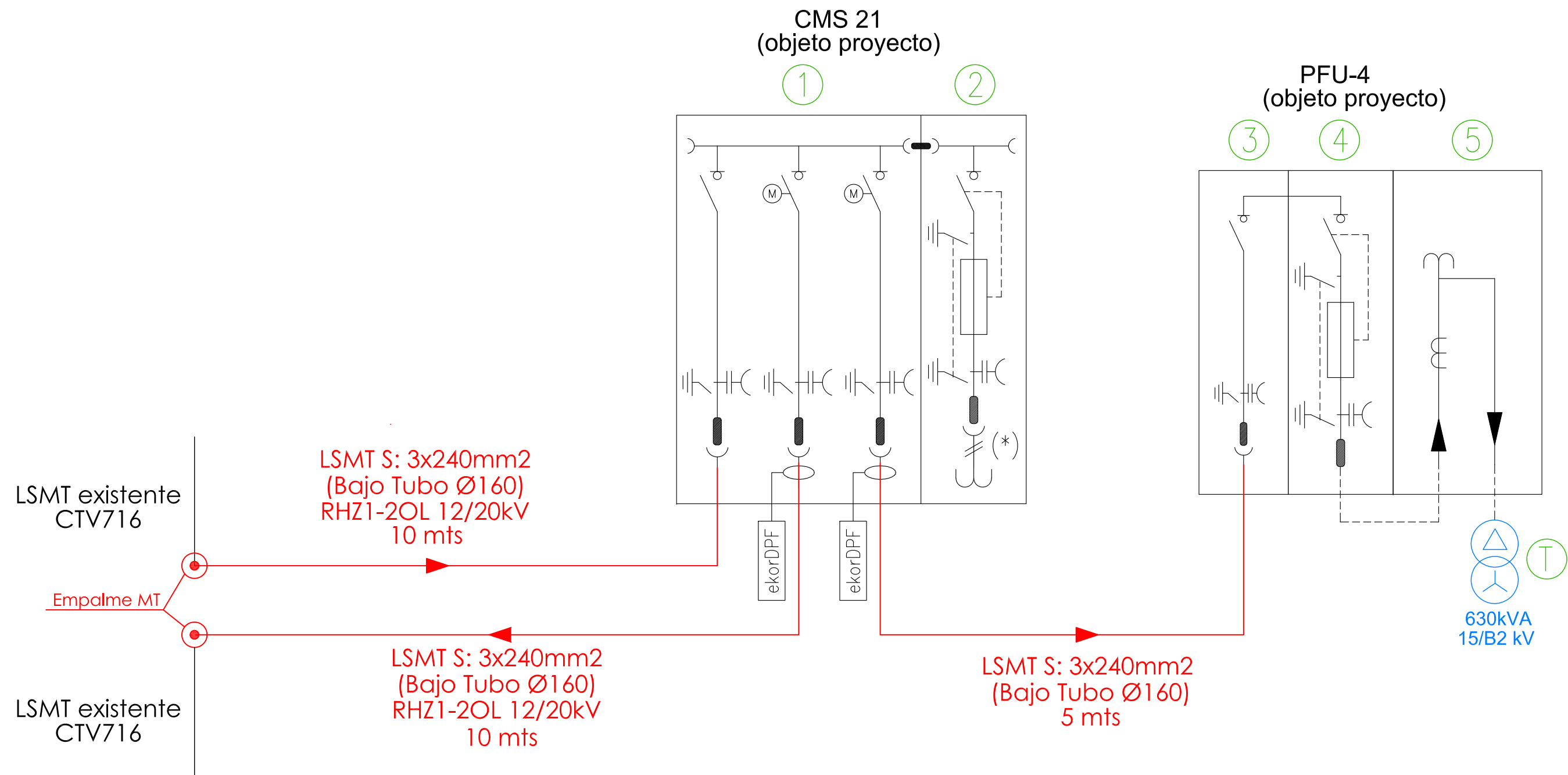


PLANO nº:	06
ARCHIVO:	25-6000
REVISIÓN:	v.00
DIBUJADO:	J. Cano
FECHA:	MAY.25

Titular: SOLAR Y LED CAPITAL 2018 SL
Situación: INDUSTRIAS ARAGONESAS 601
RC: 7216106VH0871N0001GP
13500. PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)
PLANO:
PUESTA A TIERRA

Escala:	1/75
II	IGISA
INGENIERIA	

IGISA INGENIERIA S.L. C/Canalejas, 5 - Local. 13700 TOMELOSO (C. Real) Tel. 926 50 11 70. proyectos@igisa.net	EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199
PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kWpico) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).	Fernando TORRES CRESPO



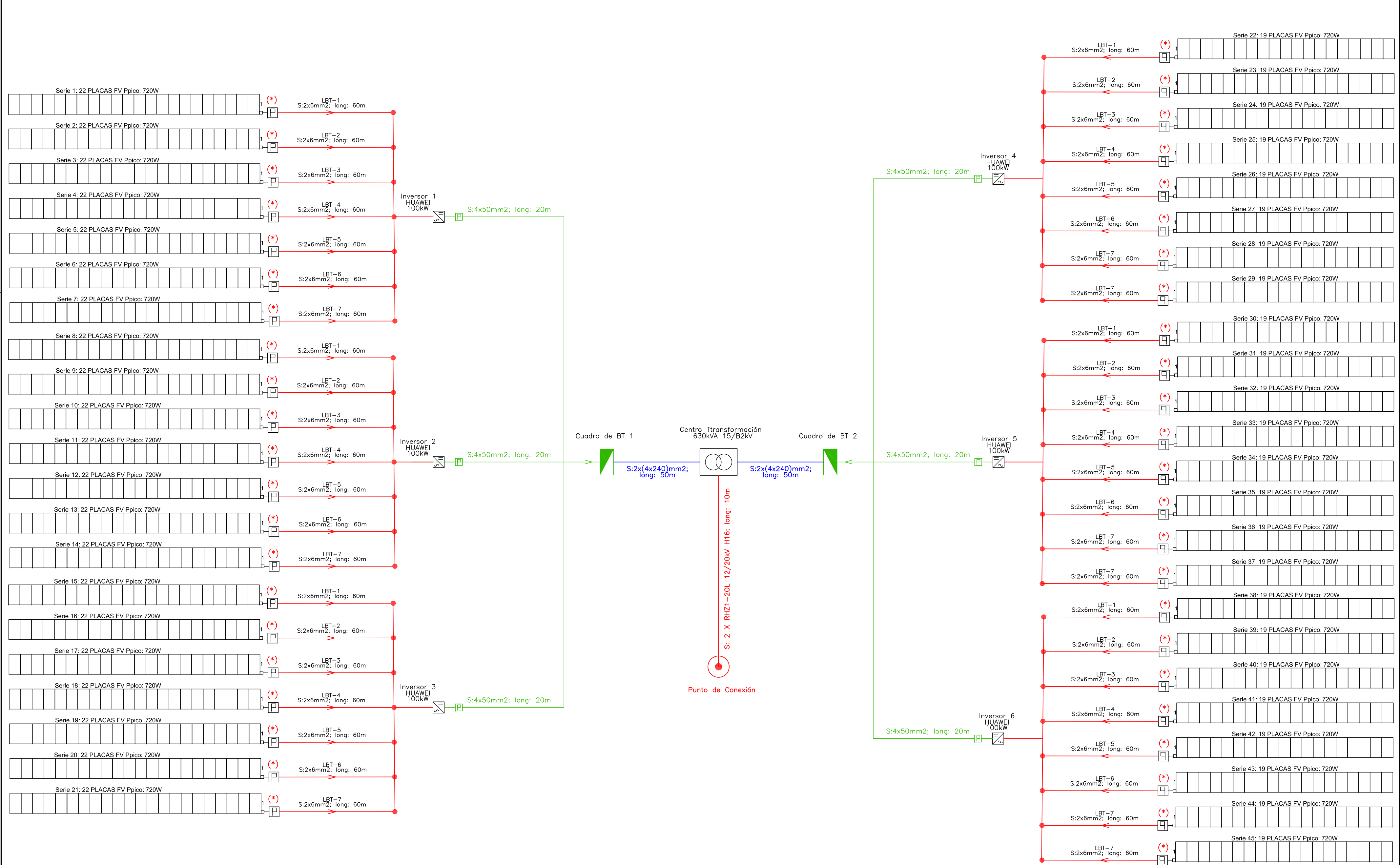
ESQUEMA UNIFILAR MT

LEYENDA

CONJUNTO TRES CELDAS DE LINEA C/TELECONTROL 24 kV	①
CELDA DE TRANSFORMADOR SERVICIOS AUXILIARES 24 kV	②
CELDA DE LINEA DE ENTRADA 24 kV	③
CELDA DE PROTECCIÓN DE CON RUPTOFUSIBLES 24 kV	④
CELDA DE MEDIDA (3+3) Verif. 24kV	⑤
TRANSFORMADOR 630kVA 15/B2 kV EN ACEITE	T
CAJON TELECONTROL	CT

PLANO nº: 07	Títular: SOLAR Y LED CAPITAL 2018 SL
ARCHIVO: 25-6000	Situación: INDUSTRIAS ARAGONESAS 601
REVISIÓN: v.00	RC: 7216106VH0871N0001GP
DIBUJADO: J. Cano	13500. PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)
FECHA: MAY.25	PLANO: ESQUEMA UNIFILAR MT

Escala: s/e	IGISA INGENIERÍA S.L. C/Canalejas, 5 - Local. 13700 TOMELLOSO (C. Real) Tel. 926 50 11 70. proyectos@igisa.net
II IGISA INGENIERIA	PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kWpico) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).
	EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199
	Fernando TORRES CRESPO

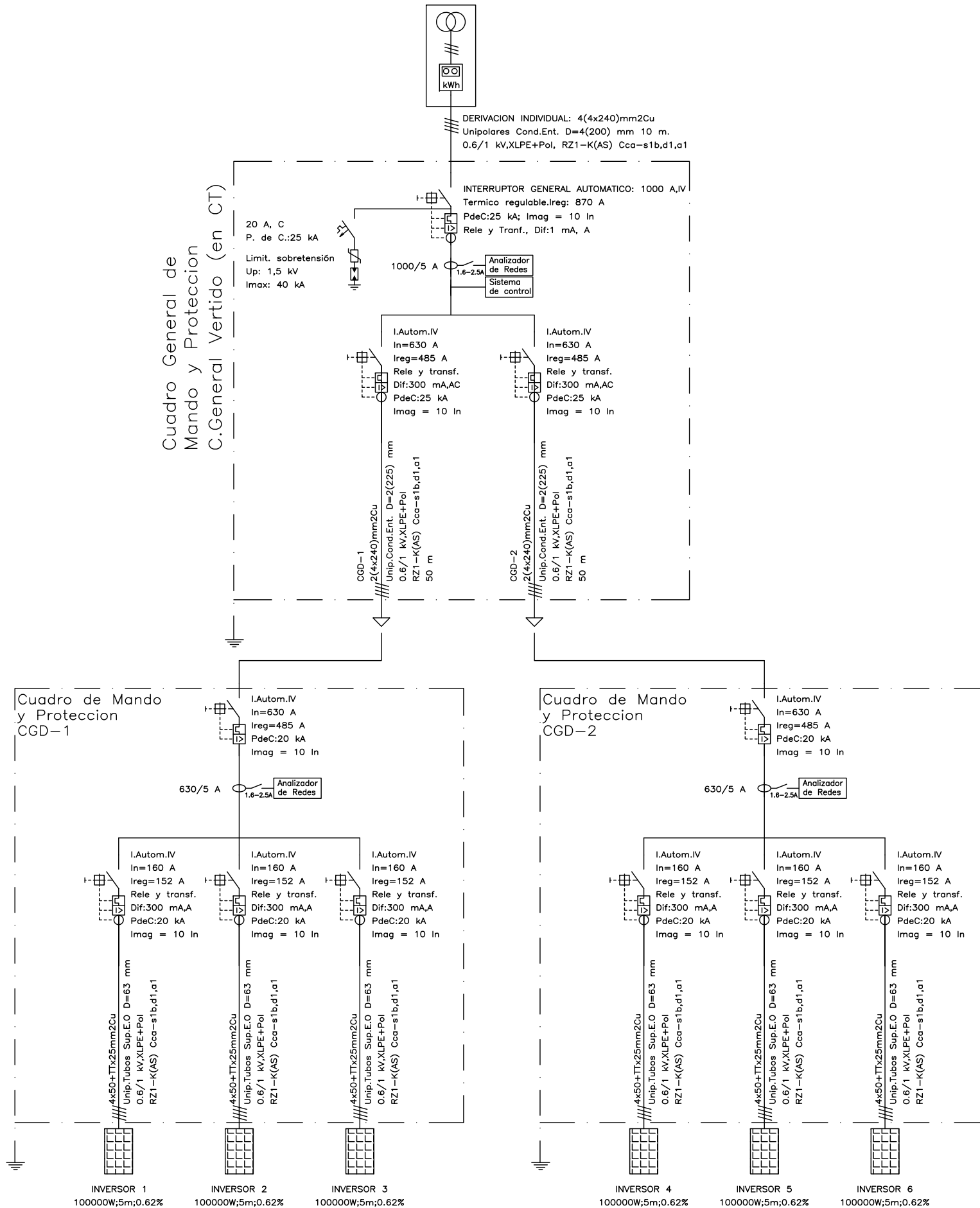


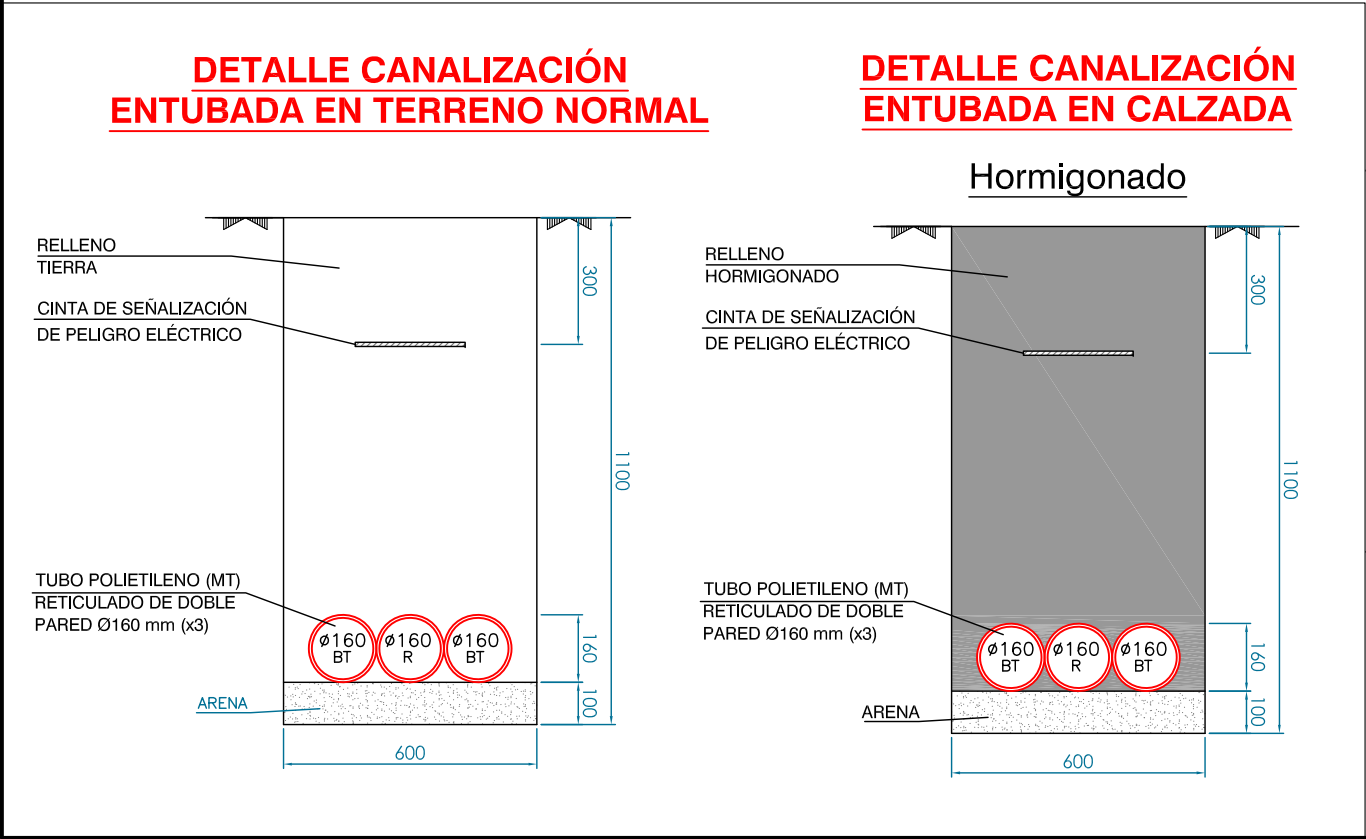
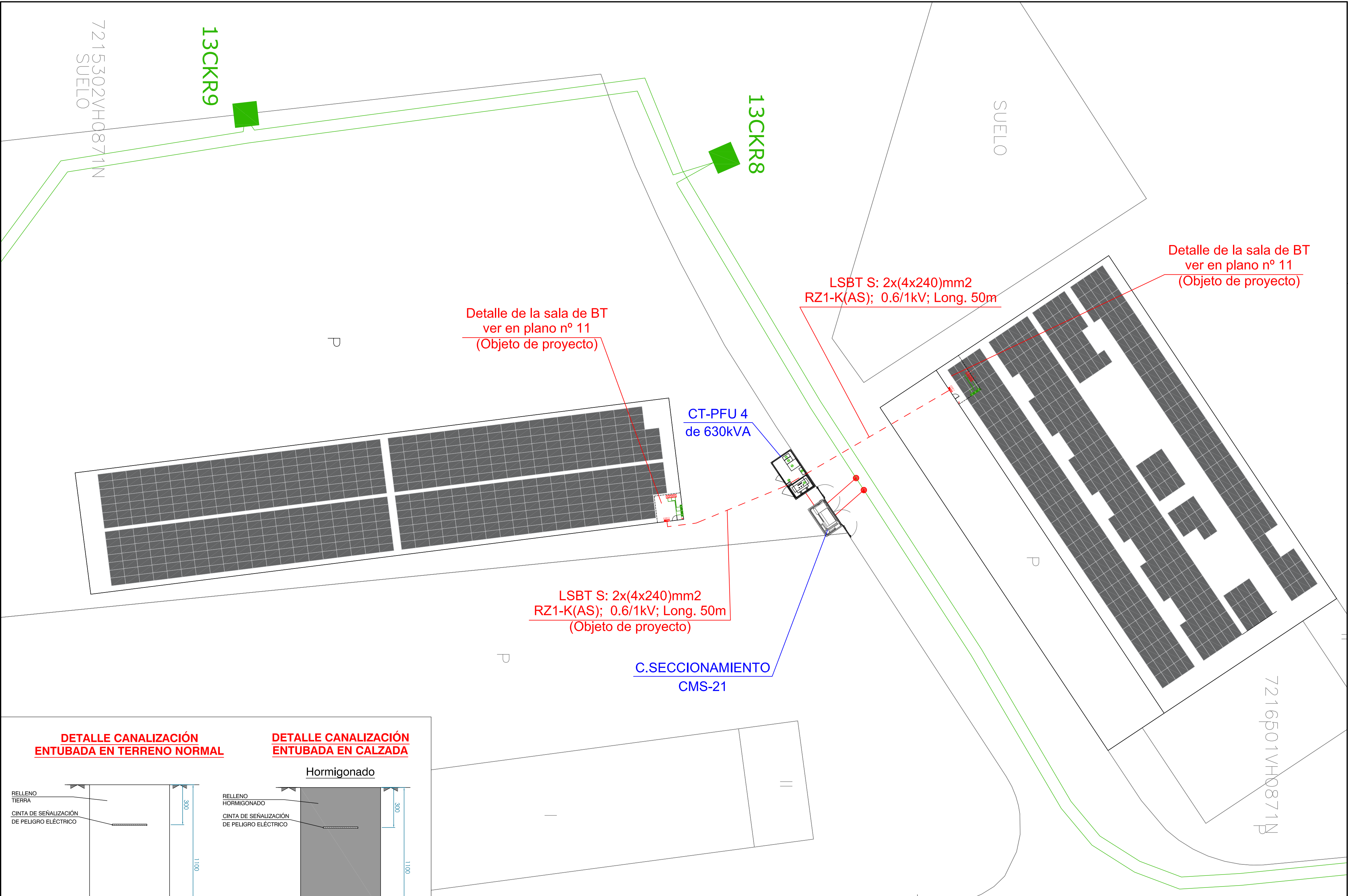
SIMBOLO	LEYENDA DEL CUADRO.
	INTERRUPTOR AUTOMATICO CORTE OMNIPOLAR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	LIMITADOR DE PAR
	RELE DIF. BOBINA DE EMISION Y T.TOROIDAL
	DISYUNTOR + I.DIFERENCIAL + CONTACTOR
	INTERRUPTOR AUTOMATICO EN CAJA MOLDEADA
	CONTACTOR CON BOBINA A 24/230 Vcc/Vca

PLANO nº:	09	Títular: SOLAR Y LED CAPITAL 2018 SL
ARCHIVO:	25-6000	Situación: INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 RC: 7216106VH0871N0001GP 13500. PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)
REVISIÓN:	v.00	PLANO:
DIBUJADO:	J. Cano	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL
FECHA:	MAY.25	

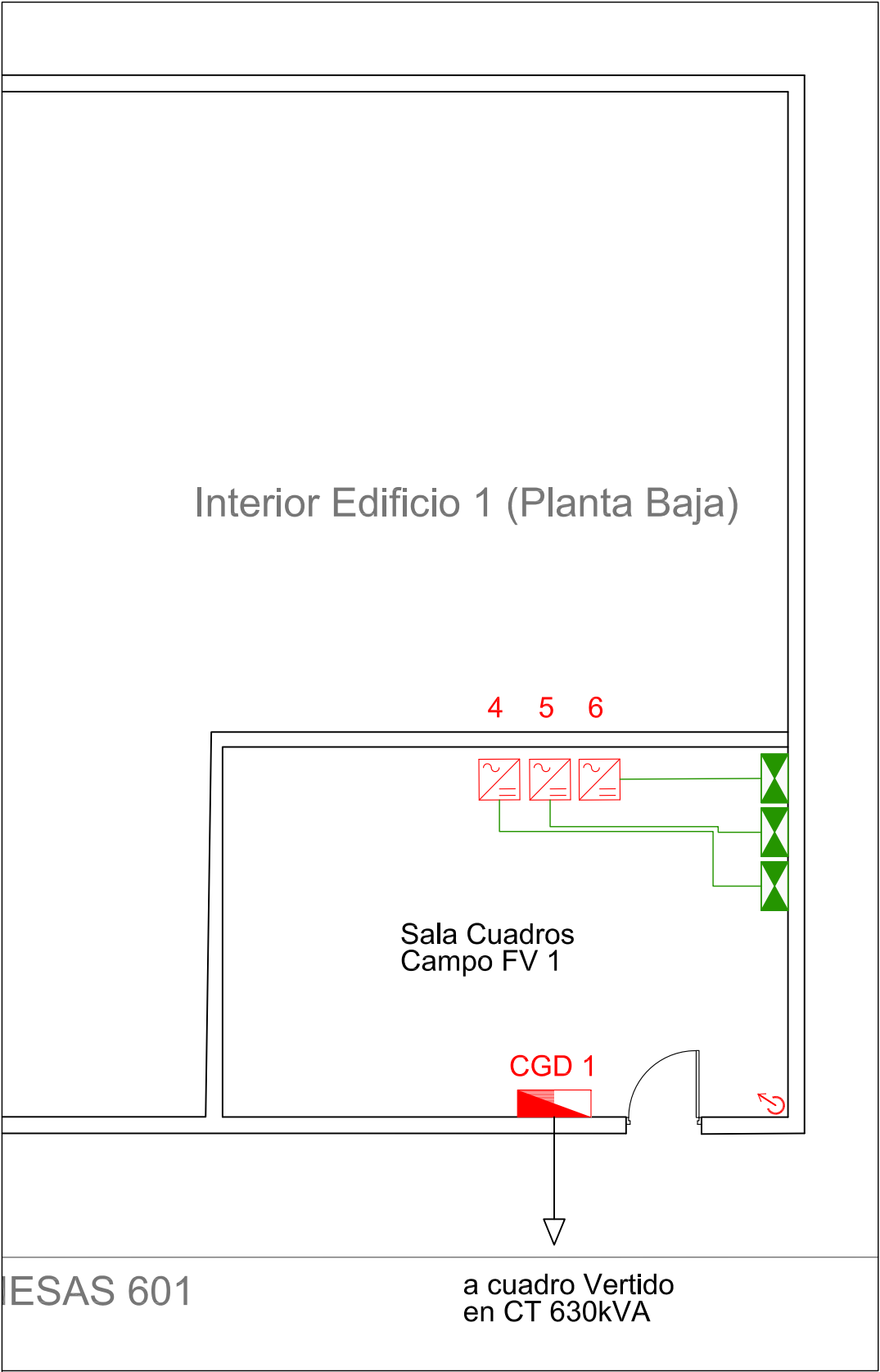
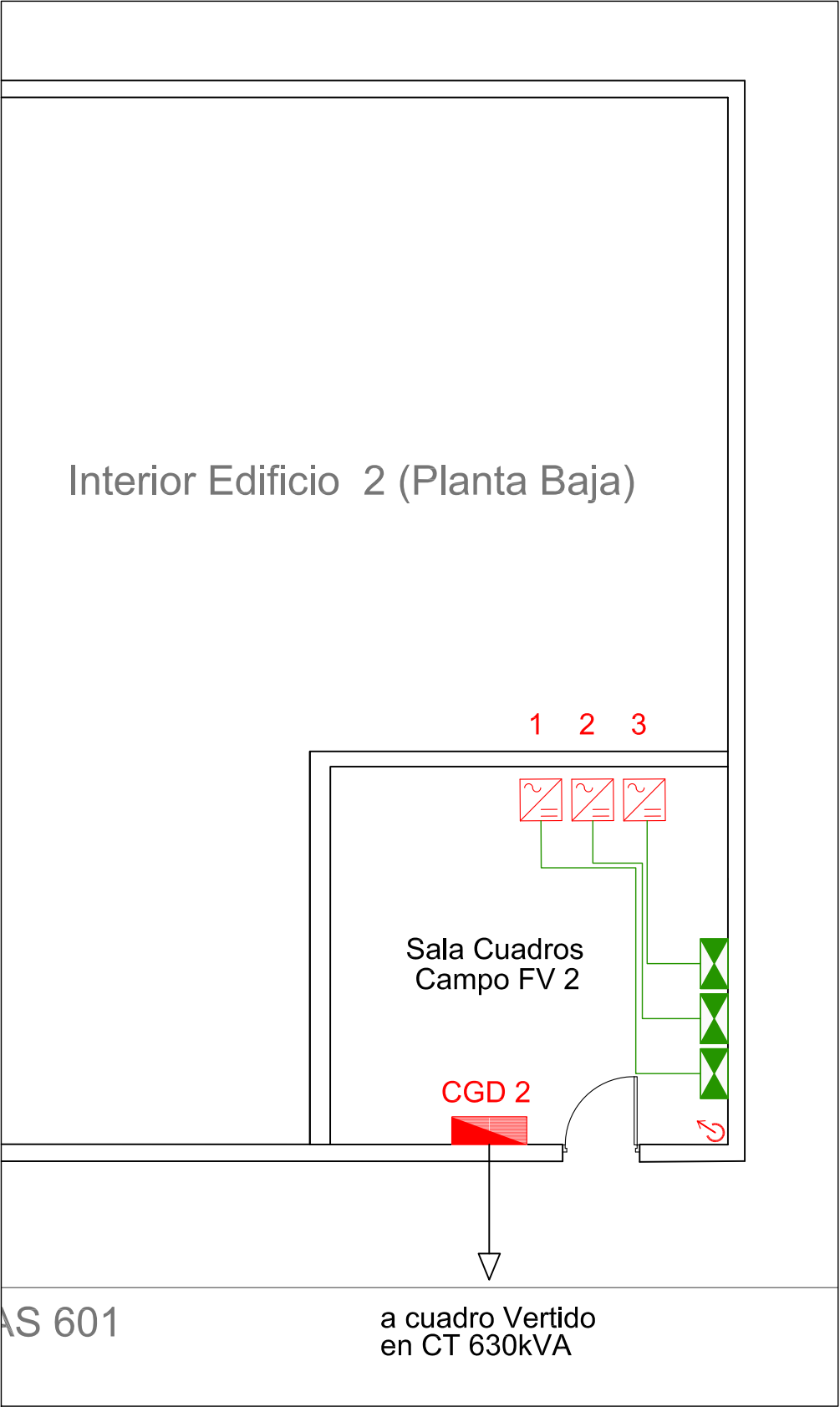
Escala:	S/E

IGISA INGENIERIA S.L. C/Canalejas, 5 - Local. 13700 TOMELOSO (C. Real) Tel. 926 50 11 70. proyectos@igisa.net	EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199
PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kWpico) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).	Fernando TORRES CRESPO





PLANO nº: 10	Titular: SOLAR Y LED CAPITAL 2018 SL Situación: INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 RC: 7216106VH0871N0001GP 13500. PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)	Escala: 1/400	IGISA INGENIERÍA S.L. C/Canalejas, 5 - Local. 13700 TOMELLOSO (C. Real) Tel. 926 50 11 70. proyectos@igisa.net
ARCHIVO: 25-6000	PLANO: IMPLANTACIÓN DE BT		PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kWpico) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).
REVISIÓN: v.00			
DIBUJADO: J. Cano	FECHA: MAY.25		EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199 Fernando TORRES CRESPO



LEYENDA SIMBOLOGÍA

	CUADRO PROTECCIÓN STRINGS:
	BAJANTE CABLEADO
	INVERSOR HUAWEI Smart PV Controller Huawei SUN2000-100KTL -M1
	CUADRO BT DEL VERTIDO
	CUADRO PROTECCIÓN SALIDA DE INVERSOR

PLANO nº:	11	Titular: SOLAR Y LED CAPITAL 2018 SL
ARCHIVO:	25-6000	Situación: INDUSTRIAS ARAGONESAS 601
REVISIÓN:	v.00	RC: 7216106VH0871N0001GP
DIBUJADO:	J. Cano	13500. PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)
FECHA:	MAY.25	PLANO:
SALAS DE BT		

Escala:	1/75

IGISA INGENIERIA S.L. C/Canalejas, 5 - Local. 13700 TOMELLOSO (C. Real) Tel. 926 50 11 70. proyectos@igisa.net	
PROYECTO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 630kW (671.04 kWpico) CON CONEXIÓN A RED SITUADA EN INDUSTRIAS ARAGONESAS 601 DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL).	
EL INGENIERO INDUSTRIAL C.O.I.I.M. Colegiado nº: 13199	
Fernando TORRES CRESPO	