Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

PROYECTO DE EJECUCIÓN ADMINISTRATIVO. PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED "PF CASABLANCA"

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

Polígono 15
Parcela 7
R.C. 28148A015000070000BD

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

La presente revisión 02 del proyecto Administrativo de la PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PF CASABLANCA" sustituye en su totalidad al proyecto realizado anteriormente con revisión 01 y todas sus adendas

LISTADO DE DOCUMENTOS

- **MEMORIA DESCRIPTIVA**

- **ANEXOS**

  ANEXO I. SIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN

  ANEXO II. CÁLCULOS SECCIÓN DE CONDUCTORES CC Y CA

  ANEXO III. PUESTA A TIERRA

  ANEXO IV. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL (CTPMC)

  ANEXO V. LÍNEA DE EVACUACIÓN

  ANEXO VI. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

  ANEXO VII. SISTEMA DE VIGILANCIA

  ANEXO VIII. MONITORIZACIÓN Y CONTROL

  ANEXO IX. RBDA

  ANEXO X. JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA

  ANEXO XI. ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS

  ANEXO XII. PLAN DE EJECUCIÓN

  ANEXO XIII. JUSTIFICACIÓN DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

  ANEXO XIV. MEDIDA

- **PLANOS**

- **PLIEGO DE CONDICIONES**

- **PRESUPUESTO**

- **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

- **DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN PARA MODIFICACIÓN DE PROYECTO NO VISADO**

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

KUNTUR INVESTMENTS SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 PETICIONARIO Y TITULAR 9

2 ANTECEDENTES 10

3 OBJETO Y ALCANCE 12

4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 13

5 EMPRESA REDACTORA DEL PROYECTO. 15

6 NORMATIVA LEGAL 16

Módulos fotovoltaicos 16
Sistema eléctrico 17
Cable eléctrico 17
Dispositivos eléctricos baja tensión 18
Dispositivos eléctricos alta tensión 18
Medida de energía 18
Transformadores 18
Conectores 19
Inversores 19
Sistema de control, comunicaciones y monitorización 19
Estructura 20
Monitorización del rendimiento de la Central 20
Protecciones 20
Sistemas de calidad y medioambiental 20
Códigos eléctricos 22
Construcción y obras civiles 22
Seguridad y salud 23
Normas particulares de la Compañía Distribuidora. 23
Otras Normativas 23

7 ESTUDIOS PREVIOS 25

8 RESUMEN EJECUTIVO 26

9 EMPLAZAMIENTO. 27

9.1 UBICACIÓN 27
9.2 COORDENADAS 29
9.3 ACCESO 30

10 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA) 31

11 SERVIDUMBRES 32

12 JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA 34

13 VIDA ÚTIL. 35

14 ORGANISMOS AFECTADOS 36

15 EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR Y ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA 37

16 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN. 39

16.1 CONFIGURACIÓN Y POTENCIA 42

17 INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 43

18 SOMBRAS Y DISTANCIA ENTRE MÓDULOS 44

19 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR 45

19.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 45
19.2 INVERSOR 50
19.2.1 GENERALIDADES. 50
19.2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. 54
19.3 ESTRUCTURA DE SOPORTE. 55
19.3.1 ESTRUCTURA. 55
19.3.2 MONTAJE ESTRUCTURA 57

20 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN 58

20.1 CABLEADO 58
20.1.1 CABLEADO DC. 59
20.1.2 CABLEADO AC 60
20.2 PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN 60
20.2.1 CUADRO DE ALTERNA. 62
20.2.2 AISLAMIENTO GALVÁNICO 63
20.2.3 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA 63
20.2.4 VARIACIONES DE TENSIÓN Y FRECUENCIA EN LA RED 63
20.2.5 MÍNIMA Y MÁXIMA TENSIÓN 63
20.2.6 MÍNIMA Y MÁXIMA FRECUENCIA 63
20.2.7 CONTRA FUNCIONAMIENTO EN ISLA 63
20.3 SISTEMA DC/AC. 64
20.4 SERVICIOS AUXILIARES 66
20.5 RED DE PUESTA A TIERRA 67
20.6 CANALIZACIONES 68

21 INSTALACIÓN ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN 70

21.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL(CT) 70
21.1.1 EQUIPAMIENTO. 71
21.1.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL. 72
21.1.3 TRANSFORMADOR. 74
21.1.4 PROTECCIONES 74
21.2 MEDIDA. 75
21.3 LÍNEA DE EVACUACIÓN Y EXTENSIÓN DE MEDIA TENSIÓN 78
21.4 NUEVO APOYO 81

22 PUNTO DE CONEXIÓN A RED. 86

23 OBRA CIVIL 96

23.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO 96
23.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS 97
23.3 ACCESOS Y VIALES INTERNOS 97
23.4 ZANJAS PARA CABLES 98
23.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL (CIMENTACIÓN) 100
23.6 VALLADO PERIMETRAL 100

24 AFECCIONES. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 102

25 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y PPC. 106
25.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA. 106
25.1.2 INFRAESTRUCTURAS DE COMUNICACIONES. 107
25.1.3 SISTEMA SCADA. 108
25.1.4 POWER PLANT CONTROLLER (PPC). 108
JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA 109
CONCLUSIÓN 109
26 SISTEMA DE SEGURIDAD. 112
27 ESTACIÓN METEOROLÓGICA. 113
28 OPERACIÓN DE LA PLANTA 114
29 MANTENIMIENTO 115
29.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO 115
29.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO 118
30 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 120
31 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN 122
32 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO 123
33 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 124
34 PRESUPUESTO DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS 125
35 PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO 126
36 CONCLUSIONES 127

1 PETICIONARIO Y TITULAR

El presente proyecto se redacta a petición del titular de las instalaciones proyectadas:

Nombre de la Sociedad: **KUNTUR INVESTMENTS SL**
CIF: B13651484
Domicilio social: **Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid**
Contacto: Ana Collado Martínez-Azua Telf.: 617079300 email: tramitacion@nexer.es

2 ANTECEDENTES

La compañía KUNTUR INVESTMENTS SL está interesada en la promoción de un parque solar fotovoltaico y de su consecuente infraestructura eléctrica de interconexión a la red de distribución en el municipio de TORREJÓN DE ARDOZ donde se encuentra el punto de concesión. KUNTUR INVESTMENTS SL ha obtenido la concesión de un punto de conexión a la red de distribución de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. para una Planta Solar fotovoltaica de 3,5 MWn.

i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. concede según referencia EXP-28-9043428996 con fecha 03/07/2024, el acceso y conexión de la planta fotovoltaica con una potencia concedida de 3,5 MW con las siguientes características técnicas:

- Tensión nominal máxima y mínima de la red: 20.000 ± 7%V.
- Intensidad de cortocircuito: 12,5 kA
- Descripción del Punto de Conexión Propuesto: CONEXION EN LAMT L385615 ENTRE APOYO 34 Y APOYO 37
- Coordenadas UTM del Punto de Conexión: X= 460670 Y= 4480289

El punto de conexión tiene afección sobre el nudo de transporte ARDOZ NUEVA (220 kV).

Existirán dos proyectos diferenciados, uno perteneciente a la planta solar fotovoltaica “PF CSABLANCA” (el presente proyecto) y otro correspondiente a su infraestructura de interconexión (correspondiente con el OCR en nuevo apoyo aéreo-subterráneo propiedad de cliente, línea de extensión desde el OCR en nuevo apoyo propiedad de cliente hasta el punto de concesión y su correspondiente infraestructura).

El proyecto de la planta conformará todo lo relativo a la propia planta desde los módulos generadores hasta el Centro de Seccionamiento, incluyendo la línea de evacuación entre el Centro de Transformación, Protección, Medida y Control y el OCR (no objeto de este proyecto) en nuevo apoyo aéreo-subterráneo propiedad de cliente.

El proyecto de interconexión de la planta solar fotovoltaica englobará lo perteneciente a la infraestructura de interconexión, desde el OCR (no objeto de este proyecto) instalado en un nuevo apoyo aéreo-subterráneo propiedad del cliente al cual se conectará la planta hasta el punto de conexión concedido por I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. entre el apoyo 36 y el plano 37 de la línea LAMT L385615, con un vano flojo entre este nuevo apoyo que soporta OCR no objeto de este proyecto) y apoyo a instalar bajo hilos (ejecutado por i-DE) en red de distribución.

En las mencionadas condiciones técnicas de conexión se indica la infraestructura eléctrica de interconexión necesaria, así como qué parte de esa infraestructura será de futura cesión a la compañía eléctrica y qué parte quedará en propiedad de la empresa promotora.

3 OBJETO Y ALCANCE

El presente documento se redacta con la finalidad de obtener la necesaria Autorización Administrativa Previa y de Construcción y Aprobación de Proyecto, así como la posterior Licencia de Obras y Licencia de Actividad. Para ello se tendrá en cuenta la normativa Estatal, Autonómica y Municipal vigente en la fecha de redacción de este documento. Y se podrá emplear para solicitar cualesquiera otros permisos, licencias y autorizaciones requeridas para su legalización.

El alcance de este documento comprende la descripción técnica del proyecto de la instalación fotovoltaica necesaria para su tramitación y obtención de los permisos necesarios. Se describe la instalación y equipos del campo fotovoltaica, de la interconexión con el punto de consumo y se indica la previsión para una futura instalación de almacenamiento por baterías.

4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como objeto la generación o producción de energía eléctrica para, a partir de su conexión a la red de distribución, posibilitar su comercialización en el mercado mayorista.

La inyección de la electricidad generada con una instalación solar fotovoltaica a la red eléctrica, entraña un beneficio económico para el propietario de la planta y a la vez, un beneficio medioambiental para la población, al colaborar en la generación eléctrica con energías renovables no contaminantes.

La energía solar fotovoltaica es una de las fuentes de energía renovable más extendidas actualmente, con una tecnología que, si bien ya ha sido consolidada con miles de GW de potencia instalada en todo el mundo, sigue siendo objeto de innovación y mejoras continuas.

Como fuente de energía renovable, las instalaciones de producción de energía fotovoltaica contribuyen de manera activa a alcanzar diversos objetivos a distintos niveles.

En el ámbito global, favorecen la consecución varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) marcados por las Naciones Unidas. Los ODS están conformados por 17 objetivos y 169 metas propuestos para mejorar en diferentes aspectos globales como son el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible, la paz y la justicia, entre otras prioridades. En concreto, las energías renovables, como la solar fotovoltaica, quedarían enmarcadas dentro de los siguientes ODS:

- Nº7 Asegurar el acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos.
- Nº9 Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.
- Nº12 Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.
- Nº13 Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

En sintonía con estos ODS, la Unión Europea tiene sus propios objetivos y metas políticas para toda la UE en materia de clima y energía para la presente década. Los objetivos clave para 2030 son:

- Al menos un 42,5% de cuota de energías renovables, aunque los Estados miembros deben esforzarse por alcanzar el 45 %.

Los Estados miembros tienen la obligación de adoptar planes nacionales integrados de energía y clima para el período 2021-2030. En el caso español, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, define los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética. Determina las líneas de actuación y la senda que, según los modelos utilizados, es la más adecuada y eficiente, maximizando las oportunidades y beneficios para la economía, el empleo, la salud y el medio ambiente; minimizando los costes y respetando las necesidades de adecuación a los sectores más intensivos en CO2.

Los objetivos marcados por el PNIEC son los siguientes:

- 21% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de renovables sobre el consumo total de energía final, para toda la UE.
- 39,6% de mejora de la eficiencia energética.
- 74% renovable en la generación eléctrica.

Para el año 2050 el objetivo es alcanzar la neutralidad climática con la reducción de al menos un 90% de nuestras emisiones de GEI y en coherencia con la Estrategia Europea. Además de alcanzar un sistema eléctrico 100% renovable en 2050.

Siguiendo con las políticas marcadas por la Unión Europea de diversificación energética y reducción de emisiones, las diferentes administraciones autonómicas han apostado con seguridad por la instalación de energía solar en su territorio, de acuerdo con unos criterios de sostenibilidad ambiental, desarrollo económico y marco legislativo adecuado.

Se adjunta como Anexo al proyecto, la documentación en la que la compañía distribuidora concede el punto de conexión para la potencia de la planta fotovoltaica que en este proyecto se describe.

5 EMPRESA REDACTORA DEL PROYECTO.

La empresa responsable de la redacción del presente proyecto es:

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Calle Cuenca, 1 1º-1ª
13005 Ciudad Real

El autor del proyecto es D. Antonio Moreno Sanchez, colegiado nº 1.327, del Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Ciudad Real.

6 NORMATIVA LEGAL.

Salvo donde se indique de otra forma en este documento, el diseño, la construcción, ensayos, instalación y puesta en servicio de equipos estarán de acuerdo con los requerimientos exigidos en la última edición de los Códigos, Normas y Reglamentos vigentes de aplicación.

Módulos fotovoltaicos

- IEC 61215 Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- IEC 60891 Dispositivos fotovoltaicos. Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos.
- IEC 60904 Dispositivos fotovoltaicos:
    - Parte 1: Medida de la característica corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos;
    - Parte 2: Requisitos de dispositivos solares de referencia;
    - Parte 3: Fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (FV) de uso terrestre con datos de irradiación espectral de referencia;
    - Parte 4: Dispositivos solares de referencia. Procedimientos para establecer la trazabilidad de calibración;
    - Parte 5: Determinación de la temperatura equivalente de la célula (TCE) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de la tensión de circuito abierto.
    - Parte 6: Requisitos para los módulos solares de referencia.
    - Parte 7: Cálculo de la corrección por desacople espectral para medidas de dispositivos fotovoltaicos.
    - Parte 8: Medida de la respuesta espectral de un dispositivo fotovoltaico (FV).
    - Parte 9: Requisitos de funcionamiento para simuladores solares.
    - Parte 10: Métodos de medida de la linealidad.
- IEC 61829 Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- IEC 61277, Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- IEC 61345, Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV)
- IEC 61730, Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV):
- Parte 1: Requisitos de construcción.
- Parte 2: Requisitos para ensayos.
- IEC 61701, Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- IEC 62716, Módulos fotovoltaicos (FV). Ensayo de corrosión por amoníaco.
- IEC 61727: Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- IEC 62548: Paneles fotovoltaicos (FV) – Requisitos de diseño
- EN50521: Conectores para sistemas fotovoltaicos
- IEC 60068 Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo L: Polvo y arena.
- IEC 60364-4-41 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Protección para garantizar la

seguridad. Protección contra los choques eléctricos.

- IEC 62804: 2014 - Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción.

Sistema eléctrico

- IEEE 1547 Estándar para la Interconexión de Recursos Distribuidos con Sistemas de Energía Eléctrica.
- IEEE C 37.2 Números de función, acrónimos y designaciones de contactos del dispositivo del sistema de energía eléctrica
- IEC 60364 Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- IEC 61936-1:2012 Instalaciones eléctricas de tensión nominal superior a 1 kV en corriente alterna
- IEC 62446, Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- IEC 62305-2 y IEC 62350-3 Estándar para la protección contra descargas atmosféricas.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito.

Cable eléctrico

- IEC 60228 Conductores de cables aislados
- IEC 60331- Pruebas para cables eléctricos en caso de incendio
- IEC 60332 Pruebas para cables eléctricos y de fibra óptica en caso de incendio
- IEC 60502 Cables de alimentación con aislamiento extruido y sus accesorios desde 1 kV a 30 kV
- IEC 60840 Cables de alimentación con aislamiento extruido y sus accesorios de 30 kV a 150 kV
- IEC 60702 Cables con aislamiento mineral y sus terminaciones de hasta 750 V
- IEC 60754 Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables
- IEC 50262 Prensaestopas para instalaciones eléctricas
- IEC 60068-2-78 Ensayos ambientales. Parte 2-78: Ensayos. Ensayo Cab: Calor húmedo, ensayo continuo.
- IEC 60811 Cables eléctricos y de fibra óptica. Métodos de ensayo para materiales no metálicos. Parte 201: Ensayos generales. Medición del espesor de aislamiento.
- EN 60332-1-2 Tests on electric and optical fiber cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre- mixed flame.
- IEC 60695-7-2:2011: Fire hazard testing - Part 7-2: Toxicity of fire effluent - Summary and relevance of test methods

Dispositivos eléctricos baja tensión

- IEC 60947 Aparamenta de baja tensión
- IEC 61439 Conjuntos de aparamenta de baja tensión
- UNE-EN 50102 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)
- IEC 60529 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- IEC 60898 Accesorios eléctricos. Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.
- IEC 60269 Fusibles de baja tensión
- IEC 62790 Cajas de conexión para módulos fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayos.

Dispositivos eléctricos alta tensión

- IEC 62271- Dispositivos eléctricos de alta tensión
  - Parte 1: Especificaciones comunes.
  - Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
  - Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
  - Parte 200: Dispositivos eléctricos bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- IEC 60694 Estipulaciones comunes para la aparamenta de alta tensión
- IEC 60420 Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tensión.
- IEC 60282-2 Fusibles de Alta tensión
- IEC 60255 Relés de medida y equipos de protección
- IEC 60298 Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV inferiores o iguales a 52
- IEC 60265 Interruptores de alta tensión.
  - Parte 1: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- IEC 60815: (Serie completa: partes 1, 2 y 3): Selección y dimensionamiento de los aisladores de A.T para uso en las condiciones de contaminación.

Medida de energía

- IEC 62053 Equipos de medida de la energía eléctrica (ca). Requisitos particulares.
- IEC 60051-1 Instrumentos de medida eléctricos con indicación analógica por acción directa y sus accesorios. Parte 1: Definiciones y requisitos generales comunes a todas las partes.
- IEC 61036 Contadores estáticos de energía activa para corriente alterna (clase 1 y 2).

Transformadores

- IEC 60076 Transformadores de potencia.
- IEC 60044-1 Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad
- IEC 60044-2 Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
- IEC 61378-1 Transformadores de convertidor.

Conectores

- IEC 60309 Tomas de corriente para usos industriales. Parte 1: Requisitos generales.
- IEC 62852 Conectores para aplicaciones de corriente continua en sistemas fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayos.

Inversores

- IEC 62109: Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos.
- IEC 62116: Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.
- IEC 61683 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62093, Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales
- IEC 61000-5-2, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 5: Guías de instalación y atenuación. Sección 2: Puesta a tierra y cableado.
- IEC/EN 62894 Photovoltaic inverters - Data sheet and name plate
- IEC/EN 60146-2 Semiconductor converters
- IEC/EN 61727 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- IEC/EN 62109 Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos
- IEC/EN 61000 Compatibilidad electromagnética (CEM)
- IEC 62477- Requisitos de seguridad para sistemas y equipos de conversión de potencia de semiconductores.
- UNE-EN 50530:2011 Rendimiento global de los inversores fotovoltaicos.

Sistema de control, comunicaciones y monitorización

- IEC 61850 V2, Sistemas y redes de comunicación para automatización de sistemas de potencia.
- IEC 60870, Equipos y sistemas de telecontrol.
- IEC 60801 Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales.
- IEC 61850: 2016 Sistemas y Redes de Comunicación para automatización de Sistemas de Potencia – Todas las partes.
- IEC/EN 61724 Monitorización de sistemas fotovoltaicos - Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis
- Real Decreto 1183/2020 (Disposición adicional primera): regulación de la capacidad de acceso, permitiendo instalar una potencia superior a la capacidad concedida siempre que se limite la inyección mediante un sistema de control

Estructura

- UNE-EN 10025 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras
- ISO 1461:2009 Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
- ISO 14713 Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Recubrimientos de cinc.

Monitorización del rendimiento de la Central

- IEC 61724, Monitoreo de sistemas fotovoltaicos - Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis
- IEC 61683, Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- ISO 9847- BS 7621, Energía solar - calibración de piranómetros de campo por comparación con un piranómetro de referencia
- ISO 9060, Energía solar - especificación y clasificación de los instrumentos para medir la radiación solar directa y solar semiesférica
- ISO/TR 9901, Piranómetros de campo-recomendación para el uso práctico
- IEC 61725, Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- IEC 60904 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de dispositivos solares de referencia.

Protecciones

- IEC/TR 60755, Requisitos generales de dispositivos de protección operados por corriente residual.
- IEC 60947-2, Dispositivos eléctricos de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos.
- IEC 60947-3, Dispositivos eléctricos de baja tensión. Parte 3: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- IEC 60998-1, Dispositivos de conexión para circuitos de baja tensión para usos domésticos y análogos. Parte 1: Requisitos generales.
- IEC 61439-1, Conjuntos de dispositivos eléctricos de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- IEC 61557, Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión hasta 1 000 V c.a. y 1 500 V c.c. Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las medidas de protección.
- IEC 61643-11, Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión. Parte 11: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias conectados a sistemas eléctricos de baja tensión. Requisitos y métodos de ensayo.

Sistemas de calidad y medioambiental

- ISO 9001-Sistemas de gestión de la calidad
- ISO 14001- Sistemas de gestión ambiental.
- ISO 10005:1995-Quality management-Guidelines for quality plans

- ISO 10006:1997-Quality management-Guidelines for quality in project management
- ISO 10007:1995-Quality management-Guidelines for configuration management
- ISO 10011-1:1990-Guidelines for auditing quality systems-Part 1
- ISO 10011-2:1991-Guidelines for auditing quality systems-Part 2: Qualification criteria for quality system auditors
- ISO 10011-3-:1991-Guidelines for auditing quality systems-Part 3: Management of audit programs
- Normas y certificaciones requeridas para las instalaciones de fabricación de los módulos fotovoltaicos
    - ISO 9001:2015 - Quality management systems – Requirements.
    - ISO 14001:2015 - Environmental management systems – Requirements.
    - BS OHSAS 18001 - Occupational Health and Safety Management.
    - IEC 62759-1 - Photovoltaic (PV) modules - Transportation testing - Part 1: Transportation and shipping of module package units.
    - [IEC TS 62941:2016 - Guideline for increased confidence in PV module design qualification and type approval.]
- Normas y certificaciones requeridas para las inspecciones y pruebas de control de calidad y control de calidad de los módulos fotovoltaicos
    - IEC 60891. Procedures for temperature and irradiance correctives to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices.
    - IEC 60904-1, Photovoltaic devices. Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics.
    - IEC 60904-2, Photovoltaic devices. Part 2: Requirements for reference solar cells.
    - IEC 60904-3, Photovoltaic devices. Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data.
    - IEC 60904-4, Photovoltaic devices - Part 4: Reference solar devices - Procedures for establishing calibration traceability.
    - IEC 60904-5, Photovoltaic devices - Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method.
    - IEC 60904-6, Photovoltaic devices - Part 6: Requirements references solar modules.
    - IEC 60904-7, Photovoltaic devices - Part 7: Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device.
    - IEC 60904-8, Photovoltaic devices - Part 8: Measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device.
    - IEC 60904–9 - Solar simulator performance requirements.
    - IEC 60904-10, Photovoltaic devices - Part 10: Methods of linearity measurement.
    - ISTA (International Safe Transit Association)
    - ISO 2859-1: 1999 - Sampling procedures for inspection by attributes.
    - ISO/IEC 17025: 2005. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
    - UL 1703.

Códigos eléctricos

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002) e instrucciones técnicas complementarias
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (RD 337/2014)
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (RD 223/2008).
- Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (RD 1110/2007).
- Procedimientos de operación de REE
- Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica, UNE 211435:2007
- IEC 60502 y UNE 21.123/1.

Construcción y obras civiles

- Código Técnico de la Edificación (CTE) de marzo 2006.
    - CTE DB-SE Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural.
    - CTE DB-SE AE Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación.
    - CTE DB-SE C Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Cimientos.
    - CTE DB-SE A Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acero.
    - CTE DB-SE F Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Fábrica.
    - CTE DB-SI Código Técnico de la Edificación. Seguridad en caso de Incendio.
    - CTE DB-SUA Código Técnico de la Edificación. Seguridad en caso de Utilización y Accesibilidad.
    - CTE DB-HS Código Técnico de la Edificación. Salubridad.
    - CTE DB-HR Código Técnico de la Edificación. Protección frente el ruido.
    - CTE DB-HE Código Técnico de la Edificación. Ahorro de energía.
- Hormigón estructural EHE-08.(RD 1247/2008)
- NCSR-02. norma de construcción sismoresistente RD 997/2002
- Reglamento de seguridad contra incendio en los establecimientos industriales. R. D. 2267/2004
- Eurocódigo
    - EN 1990 Eurocódigo. Bases de diseño estructural.
    - EN 1991 Eurocódigo 1. Acciones en estructuras.
    - EN 1992 Eurocódigo 2. Proyecto de estructuras de hormigón.
    - EN 1993 Eurocódigo 3. Proyecto de estructuras de acero.
    - EN 1994 Eurocódigo 4. Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero.
    - EN 1996 Eurocódigo 6. Proyecto de estructuras de fábrica.
    - EN 1998 Eurocódigo 8. Proyecto de estructuras sismorresistentes.

- ACI 318 Building Code Requirement for structural Concrete.
- ACI 360R Design of Slab-on-Grade.
- ACI 351.3R Foundation for Dynamic Equipment.
- 3.1-IC Instrucción de carreteras. Trazado.
- 5.2-IC Instrucción de carreteras. Drenaje superficial.
- 6.1-IC Instrucción de carreteras. Secciones de firme.
- 8.1-IC Instrucción de carreteras. Señalización vertical.
- 8.2-IC Instrucción de carreteras. Marcas viales.
- PG-3 Pliego de prescripciones generales técnicas para obras de carreteras y puentes.

Seguridad y salud

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (31/1995) y Reglamentos y documentos asociados.
- Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 2267/2004).
- Disposiciones mínimas de seguridad en los lugares de trabajo (RD 486/1997).
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (RD 614/2001).
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (Real Decreto 3275/2972)

Normas particulares de la Compañía Distribuidora.

- MT 3.53.01. Especificaciones particulares de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN ELECTRICA CONECTADAS A LA RED DE I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
- MT 2.31.01 Especificaciones particulares de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Proyecto Tipo Líneas Eléctricas Subterráneas AT hasta 30kV.
- NI 50.42.11_E05. Especificaciones particulares de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Celdas de Alta Tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT.
- MT 2.11.33 Especificaciones particulares de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Diseño de puestas a tierra para centros de transformación, de tensión nominal ≤ 30 Kv.
- MT 2.00.03 Especificaciones particulares de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Instalaciones de clientes en AT.

Otras Normativas

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

- Decreto 40/1998, de 5 de marzo, por el que se establecen normas técnicas en instalaciones eléctricas para la protección de la avifauna.
- Condiciones y Ordenanzas Municipales impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

7 ESTUDIOS PREVIOS

Para la correcta ejecución de un proyecto fotovoltaico es necesario la realización de distintos estudios previos que analicen la topografía y composición del terreno y la hidrología de la parcela y zonas cercanas.

Este proyecto se diseña y realiza partiendo de la documentación e información facilitada por el promotor, la cual es:

- Estudio Topográfico. El promotor no aporta estudio ni se incluye dentro del alcance de este proyecto por petición expresa.
- Estudio Geotécnico. El promotor no aporta estudio ni se incluye dentro del alcance de este proyecto por petición expresa.
- Estudio Hidrológico. El promotor no aporta estudio ni se incluye dentro del alcance de este proyecto por petición expresa.

Por tanto, se considera que para la ejecución del proyecto será necesario disponer de todos los estudios anteriormente indicados, y que el diseño y cálculos que aquí se establecen quedan supeditados a estos, limitando la responsabilidad del proyecto a la consecución de dichos estudios.

8 RESUMEN EJECUTIVO

El Parque Solar fotovoltaico tendrá una **Potencia Instalada de 3.600 kWn,** conforme a lo establecido en Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica que modifica el art. 3 del R.D. 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, la potencia instalada aplicable en el caso de instalaciones de tecnología fotovoltaica es la menor entre la suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran la instalación y la potencia máxima del inversor, o inversores, que configuren la instalación. Y una **potencia pico de 4.753,8 kWp.** La capacidad máxima (MW) estimativa como valor correspondiente a la potencia con la que se valora la capacidad de acceso y que se corresponde con el máximo valor de potencia activa producible por la instalación de acuerdo a la definición del Reglamento (UE) 631/2016 es de **3,5 MWn.**

La siguiente tabla recoge los datos principales de la Planta solar:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
Provincia	Madrid
Longitud (X)	460.848,22 m E
Latitud (Y)	4.480.484,07 m N
Huso	30
RESUMEN PLANTA FV	
Tipo de Instalación de generación de electricidad	b.1.1
Tecnología	Solar Fotovoltaica
Capacidad de Acceso Concedida	3.500 kW
Potencia Pico Total (DC) (paneles)	4.753,8 kWp
Potencia Nominal (AC) (inversores)	3.600 kW
No. total de paneles	6.840 ud
No. total de strings en paralelo	228 ud
No. Paneles en serie por string	30 ud
EQUIPOS PRINCIPALES	
Módulo Fotovoltaico	
Modelo	TRINA TSM-NEG21C.20 (Bifacial)
Potencia	695 W
Inversor	
Modelos	HUAWEI 330KTL-H1
Potencias	300 kW
Estructura	
Tipo	Fija
Configuración	2Vx30 (60 Módulos) 2Vx15 (30 Módulos) 2Vx8 (15 Módulos)

9 EMPLAZAMIENTO.

9.1 UBICACIÓN

La instalación se encuentra encuadrada en unas parcelas pertenecientes al Término Municipal de TORREJÓN DE ARDOZ, provincia de Madrid (España).

Las coordenadas ETRS89/UTM de referencia y geográficas para el punto central de la planta fotovoltaica son:

X: 460.848,22
Y: 4.480.484,07
Huso: 30

Este punto central se encuentra dentro del vallado de la planta FV, concretamente en la parcela con R.C. 28148A015000070000BD.

Las instalaciones proyectadas se ubicarán en el término municipal de TORREJÓN DE ARDOZ (Madrid) con las siguientes referencias catastrales:

Planta fotovoltaica (Área vallado):

PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m²)	USO	ID	A PLANTA FV (ÁREA VALLADO) (m²)
Madrid	Torrejón de Ardoz	15	7	28148A015000070000BD	37.931	Agrario C	-	32.554,02
Madrid	Torrejón de Ardoz	15	8	28148A015000080000BX	21.214	Agrario C	-	16.418,53

La superficie total catastral de las parcelas es de 5,915 Ha. El total de la **superficie ocupada por la central solar fotovoltaica (perímetro del vallado) es de 4,897 Ha**

Línea de evacuación de media tensión (hasta el punto de conexión):

PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m²)	USO	ID
Madrid	Torrejón de Ardoz	15	8	28148A015000080000BX	21.214	Agrario C	-
Madrid	Torrejón de Ardoz	15	9005	28148A015090050000BJ	1.576	Agrario VT	CAMINO
Madrid	Torrejón de Ardoz	15	10	28148A015000100000BD	41.339	Agrario CR	-

Para la elección del emplazamiento se han considerado los siguientes puntos:

- Debe existir en las proximidades una subestación o red eléctrica donde pueda concederse un punto de conexión para facilitar la evacuación de la energía generada.
- La parcela debe encontrarse cerca de viales o carreteras por el que puedan acceder a la instalación vehículos industriales.
- La orografía del terreno debe ser lo más regular posible a fin de evitar los movimientos de tierras y la generación de sombras sobre el campo fotovoltaico.
- La superficie de la parcela debe permitir la instalación de la potencia prevista, optimizando la distribución de los módulos fotovoltaicos y los elementos de la instalación.
- El impacto visual, se intenta que sea el menor posible.

9.2 COORDENADAS

Las coordenadas UTM de referencia y geográficas para los elementos principales del proyecto fotovoltaico están descritas en el plano *1035-GE-DRW-RNX-00-MAPA DE COORDENADAS* y son:

VALLADO PERIMETRAL:

VALLADO					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE (X)	NORTE (Y)
P1	P1 - P2	36.116	113°22'19"	460825.564	4480310.747
P2	P2 - P3	10.733	134°19'46"	460861.679	4480311.027
P3	P3 - P4	56.533	184°33'3"	460869.120	4480318.763
P4	P4 - P5	24.160	162°21'24"	460911.419	4480356.269
P5	P5 - P6	20.724	173°4'56"	460923.787	4480377.023
P6	P6 - P7	40.869	171°10'44"	460932.175	4480395.973
P7	P7 - P8	50.130	187°14'43"	460942.791	4480435.440
P8	P8 - P9	83.320	181°18'40"	460961.812	4480481.820
P9	P9 - P10	50.246	73°55'22"	460995.184	4480558.166
P10	P10 - P11	60.779	180°39'55"	460945.372	4480564.753
P11	P11 - P12	26.248	184°46'37"	460885.215	4480573.421
P12	P12 - P13	25.686	197°11'48"	460859.637	4480579.315
P13	P13 - P14	28.197	189°55'0"	460837.430	4480592.225
P14	P14 - P15	34.048	193°50'3"	460815.859	4480610.383
P15	P15 - P16	22.223	183°3'33"	460795.809	4480637.902
P16	P16 - P17	9.652	165°24'46"	460783.700	4480656.536
P17	P17 - P18	8.882	175°42'22"	460776.572	4480663.044
P18	P18 - P19	6.998	143°45'1"	460769.583	4480668.524
P19	P19 - P20	38.225	90°37'25"	460762.588	4480668.750
P20	P20 - P21	29.619	198°51'2"	460760.937	4480630.561
P21	P21 - P22	40.532	171°44'5"	460750.165	4480602.970
P22	P22 - P23	19.109	171°9'54"	460741.006	4480563.487
P23	P23 - P24	19.806	159°35'12"	460739.598	4480544.430
P24	P24 - P25	149.536	177°23'29"	460745.119	4480525.408
P25	P25 - P1	79.903	174°58'51"	460793.300	4480383.847

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL (CTPMC):

VÉRTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
C1	460835.455	4480308.462
C2	460827.375	4480308.462
C3	460827.375	4480310.842
C4	460835.455	4480310.842

Huso 30

LÍNEA DE EVACUACIÓN (CTPMC-OCR):

Tramo Subterráneo. Centro de Transformación, protección, Medida y Control – Apoyo privado.

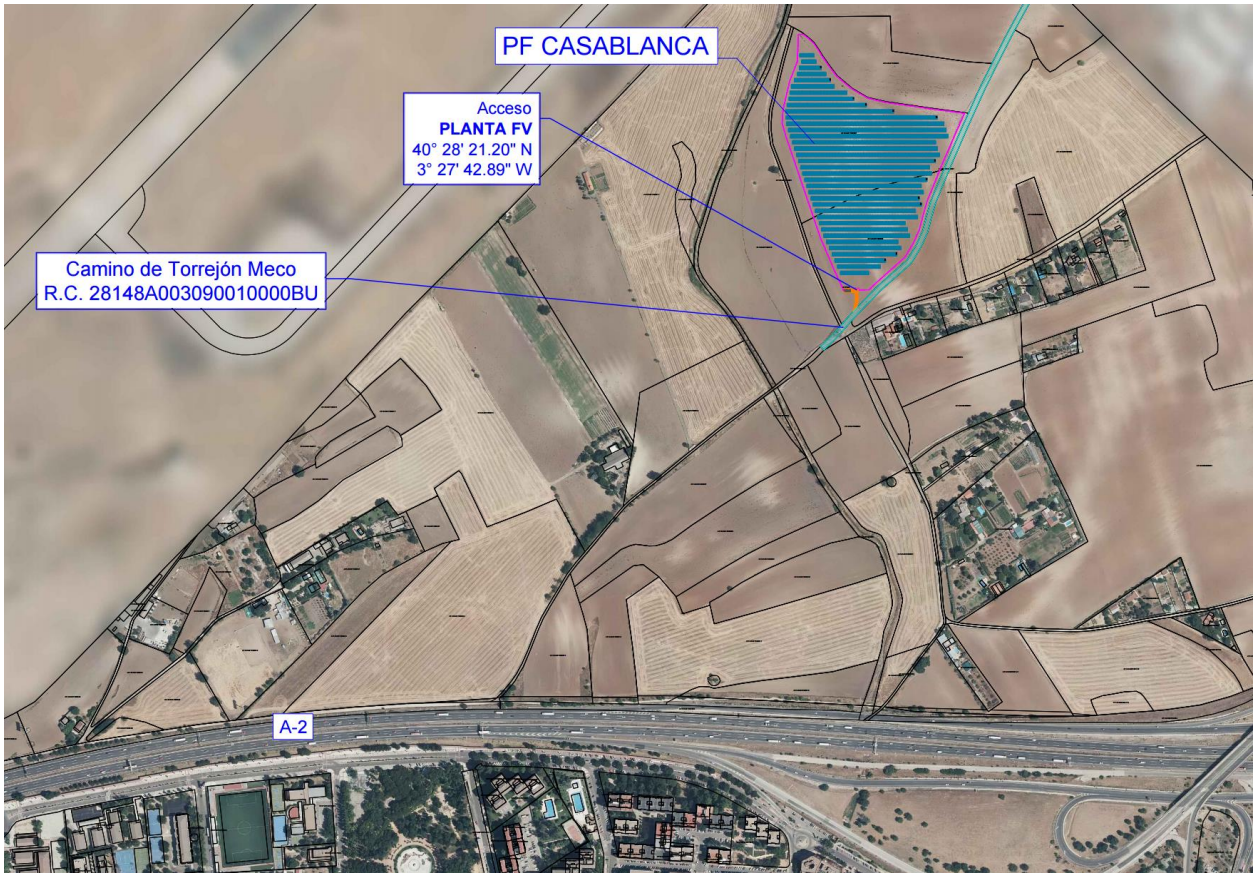
PTO	ESTE (X)	NORTE (Y)
L1	460793.612	4480257.955
L2	460835.571	4480282.445
L3	460830.581	4480308.462

Longitud: 96 ml

Huso 30

9.3 ACCESO

El acceso principal a la planta se realizará a través de un camino de nueva construcción, que cruza la parcela donde se ubica la planta con R.C. 28148A015000070000BD, al cual se accede desde el camino público Torrejón Meco con R.C. 28148A003090010000BU.



Los bienes afectados por el acceso se encuentran reflejados en el apartado Relación de Bienes y Derechos Afectados.

10 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA)

La Relación de Bienes y Derechos Afectados para el emplazamiento de la planta solar y el acceso según la Dirección General del Catastro se detalla en el *ANEXO. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA).*

11 SERVIDUMBRES

A continuación, se indican las servidumbres necesarias para la construcción y operación de la planta fotovoltaica, detalladas gráficamente en el plano "*1040-GE-DRW-RNX-00-SERVIDUMBRES*".

Servidumbre de paso para Centro Transformación, Protección, Medida y Control.
Esta servidumbre establece el libre acceso al Centros de Transformación, Protección, Medida y Control desde el camino de acceso hasta su ubicación. La ubicación exacta del Centro de Protección, Medida y Control se encuentra en los planos anexos a este proyecto.

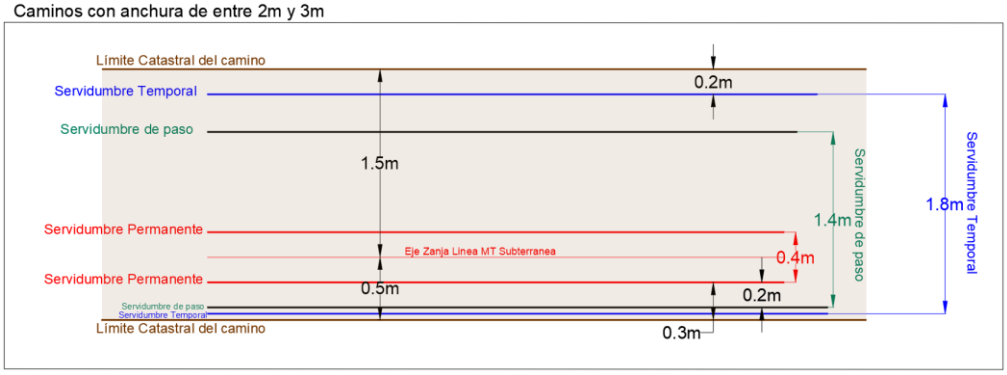
Servidumbre permanente para Líneas Subterráneas de Media Tensión.
La servidumbre permanente de las líneas subterráneas de media tensión (20 kV) corresponderá con el total del ancho de la zanja o canalización de dichas líneas. Las dimensiones se indican en el plano *1125-CV-DRW-RNX-00-DETALLES ZANJAS*.

Servidumbre de paso subterráneo para Líneas Subterráneas de Media Tensión.
Según la ITC-LAT-06, apartado 5.1, 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 Real Decreto 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.

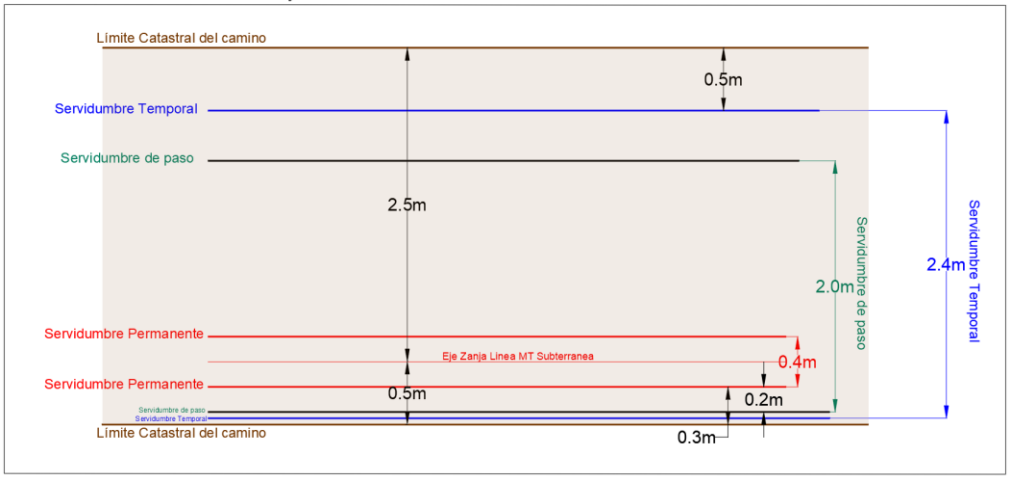
La servidumbre de paso estipulada para las líneas de media tensión (20KV) que trascurren por fuera del área vallada de la planta fotovoltaica, en los casos que el tramo sea por parcelas privadas, ocupará una franja de 3 metros de ancho a lo largo del trazado soterrado de la línea eléctrica de Media Tensión, que une la planta fotovoltaica con el punto de conexión en la red eléctrica de distribución. Esta servidumbre transcurre por las parcelas y con las longitudes descritas en la RBDA.

En el caso de que las líneas de media tensión (20kV) transcurran por caminos públicos, la servidumbre de paso se adaptará en base a las dimensiones del camino, no invadiendo en ningún caso las parcelas privadas colindantes al camino. Estas servidumbres de pasos tendrán como mínimo las dimensiones de seguridad indicadas en la ITC-LAT-6, descritas anteriormente, y como diseño previsto las indicadas en el plano *1040-GE-DRW-RNX-00-SERVIDUMBRES* y que a continuación se muestran:

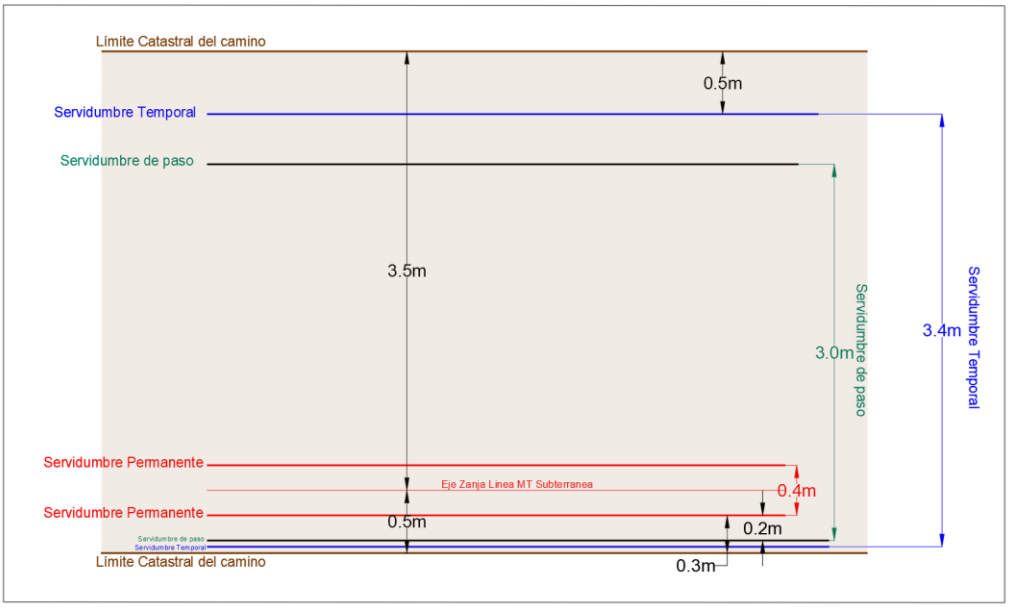
Caminos con anchura de entre 2m y 3m



Caminos con anchura de entre 3m y 4m



Caminos con anchura >4m



12 JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA

La justificación urbanística de este proyecto se encuentra descrita en el *ANEXO. JUSTIFICACION URBANISTICA*

13 VIDA ÚTIL.

La instalación se estima tenga una vida útil de 35 años. Realizándose al término de este periodo una evaluación para estimar si se puede mantener en operación la planta durante otros 10 ó 15 años más.

Respecto a la eficiencia de una Planta Solar Fotovoltaica, hay que destacar que se produce un aumento de las pérdidas de año en año, por lo que al final de la vida útil de la planta el rendimiento puede verse reducido en un 20-25%.

Por ello en los estudios económicos de este tipo de plantas se aplica un coeficiente de pérdida de productividad anual, el cual será más alto conforme avanza los años de operación de la planta. Esta pérdida de productividad no es lineal.

14 ORGANISMOS AFECTADOS.

La Planta proyectada afectará al menos a las siguientes administraciones o entes públicos o privados:

- **Ayuntamiento de TORREJÓN DE ARDOZ.**
- **i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. por la conexión de la Planta a la red de distribución.**
- **Confederación Hidrográfica del Tajo.**
- **Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural de la Comunidad de Madrid. Oficina de Vías Pecuarias.**
- **Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid**
- **Subdirección General de patrimonio del Ministerio de Defensa. Por cercanía a la Base Aérea de Torrejón de Ardoz.**
- **Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA). Ministerio de Transportes, Movilidad y** Agenda **Urbana. Por estar en la zona de servidumbre aeronáutica del aeropuerto Adolfo Suarez.**
- **Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA). Dirección General de Aviación Civil. Por estar en la zona de servidumbre aeronáutica del aeropuerto Adolfo Suarez y de la Base Aérea de Torrejón de Ardoz.**
- **Telefónica.**

15 EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR Y ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA

Para la evaluación del recurso solar en el emplazamiento se han utilizado los datos obtenidos de la base meteorológica SOLARGIS, completa referencia meteorológica, ampliamente utilizada en el diseño de aplicaciones energéticas y que incorpora un catálogo de datos meteorológicos y procedimientos de cálculo para aplicaciones solares basado en más de 25 años de experiencia.

A continuación, se presentan los valores de radiación/climatológicos mensuales, utilizados para el cálculo de las prestaciones de la instalación:

METEOROLOGÍA Y ENERGÍA INCIDENTE						
Mes	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	DifSInc	Alb_Inc
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
Enero	67,2	24	5	109,5	30,77	0,63
Febrero	89,1	30,3	6,6	126,8	36,1	0,835
Marzo	138,8	47,2	9,9	171,7	52,33	1,301
Abril	168,5	59,6	12,6	187,4	64,1	1,579
Mayo	204,8	70,8	17	206,1	71,62	1,916
Junio	227,1	69,8	22,6	220,9	70,23	2,119
Julio	244,9	59,4	26,3	241,6	60,57	2,291
Agosto	213,6	57,3	25,8	227,3	60,53	2,003
Septiembre	156,9	50	20,7	184,7	54,63	1,471
Octubre	111,4	40,5	15,4	149	46,17	1,044
Noviembre	70,5	26,3	9,2	107,9	31,54	0,661
Diciembre	58	21,8	5,9	96,1	26,83	0,543
Año	**1750,8**	**557**	**14,8**	**2029,2**	**605,42**	**16,392**

GlobHor. Radiación Global Horizontal
DiffHor. Radiación Difusa Horizontal
T_Amb. Temperatura Ambiente
GlobInc. Radiación Global en el plano inclinado de los paneles
DifSInc. Radiación Difusa en el plano inclinado de los paneles
Alb_Inc. Albedo en el plano inclinado

A continuación, se presenta la estimación de la producción de energía anual vertida a la red eléctrica para la planta solar fotovoltaica. La simulación ha sido realizada con el programa PVSYST.

Produccion del Sistema				
Mes	EArray	EOutInv	E_Grid	PR
	MWh	MWh	MWh	
Enero	423,3	419	407,1	0,782
Febrero	549,9	552	528,9	0,877
Marzo	738,7	751	710,4	0,87
Abril	814,4	826	783,7	0,88
Mayo	881	896	847,8	0,865
Junio	931,2	948	895,4	0,853
Julio	989,3	1008	951,2	0,828
Agosto	932,5	946	896,6	0,83
Septiembre	767,4	779	737,9	0,84
Octubre	640	642	615,6	0,869
Noviembre	443,3	440	425,9	0,83
Diciembre	345,4	342	331,5	0,725
Año	**8456,5**	**8547**	**8132**	**0,843**

EArray. Energia Efectiva en la salida del conjunto F V
EOutInv Energia Disponible en la salide del Inversor
E_Grid. Energia Inyectada en la red
PR. Indice de rendimiento

Los principales parámetros de la instalación son:

- Radiación Global Incidente anual 1.750,8 kWh/m^2
- Energía eléctrica vertida a la red eléctrica: 8.131.98 MWh/año
- Producción Especifica anual: 1.711 kWh/kWp
- Performance ratio (media anual): 84,3%

En el anexo de la presente memoria *ANEXO. SIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN* se encuentra la simulación completa de producción.

16 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

Los datos identificativos generales de la instalación se recogen en las siguientes tablas.

DATOS GENERALES DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	
Tipo de Instalación de generación de electricidad	b.1.1
Tecnología	Solar Fotovoltaica
Potencia de Acceso	3.500 kW
Potencia Nominal (AC) (inversores)	3.600 kW
Potencia Pico Total (DC) (paneles)	4.753,8 kW
Potencia del panel solar	695 W
No. Total de paneles	6.840 ud
Inversores Totales	12 ud
Inversor. Potencia unitaria a 40º	300 kW
No. Paneles en serie por string	30 ud
No. Total de strings en paralelo	228 ud
No. Total de transformadores	1 ud
Potencia Transformador	4.200 kVA
Potencia contratada prevista para los servicios auxiliares.	10 kW

Parámetro	Valor de Diseño
Superficie afectada por la instalación	4,86 Ha.
Seguimiento	Fija
Orientación. Inclinación	25°
Orientación. Acimut	0º
Número de paneles por mesa	15/30/60
Separación entre filas de mesas a ejes(m)	8,7 m

La instalación objeto del presente proyecto convertirá la energía proveniente del sol en energía eléctrica alterna trifásica a 800V, que a través de un Centro de Transformación, Protección, medida y control elevará el nivel de tensión a 20kV y, posteriormente se inyectará a la red de distribución de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

La energía de origen renovable, en este caso mediante la captación de la radiación solar (energía solar fotovoltaica) durante las horas diurnas, se convierte en energía eléctrica en su formato de

corriente continua a través de una serie de paneles solares dispuestos en número apropiado en series. Estas series se agrupan formando paralelos que se conectan al equipo inversor, encargado de convertir la corriente continua generada en corriente alterna de la misma calidad (tensión, frecuencia, …) que la que circula por la red eléctrica comercial para posteriormente inyectar la energía a la red de distribución en baja tensión.

Otras funciones que realiza el inversor es realizar el acople automático con la red e incorporar parte de las protecciones requeridas por la legislación vigente. La energía es contabilizada y vendida a la compañía eléctrica de acuerdo con el contrato de compra-venta previamente establecido con ésta.

La instalación poseerá un conjunto de protecciones de interconexión (como puede ser un interruptor automático con protección diferencial de interconexión con la red) que permitirá en cualquier momento separar y aislar la instalación fotovoltaica de la red de transporte, evitando el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica. En caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar. Esta medida es de protección tanto para los equipos de consumo de la planta como para las personas que puedan operar en la línea, sean usuarios o, eventualmente, operarios de mantenimiento de la misma. Esta forma de generación implica que solo hay producción durante las horas de sol, no existiendo elementos de acumulación de energía eléctrica (baterías).

Se efectuará la instalación de modo que se asegure un grado de aislamiento eléctrico mínimo de tipo básico clase I en lo que afecta a equipos tales como módulos e inversores, así como al resto de materiales, tales como conductores, cajas, armarios de conexión, etc. En cualquier caso, el cableado de corriente continua será de doble aislamiento.

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

Cada instalación fotovoltaica estará constituida, básicamente, siguientes elementos:

- Estructuras de soporte.
- Generador fotovoltaico.
- Inversor.
- Sistema DC/AC.
- Protecciones.
- Medida.
- Puesta a tierra.
- Conexión a red.
- Sistemas auxiliares.
- Sistema de monitorización y acceso web.
- Sistema de seguridad perimetral.

Este proyecto, aunque no sea objeto del mismo, se diseña para albergar una futura instalación de almacenamiento, por lo que se tiene en cuenta una posible zona para ubicar los contenedores de baterías y sus equipos eléctricos, al igual que la aparamenta eléctrica necesaria para conectar dicha instalación de almacenamiento por baterías.

16.1 CONFIGURACIÓN Y POTENCIA

El Parque Solar fotovoltaico tendrá una **potencia pico de 4.753,8 kWp** y una **potencia nominal de 3.600 KWn**, estará formado por un Centro de Transformación, protección medida y control de 4.200kVA con un total de 12 inversores de 300 kW. En este Centro de Transformación, protección medida y control se dispondrán de la aparamenta eléctrica y equipos de protección necesarios, denominando al centro como **Centro de Transformación, protección medida y control (CTPMC).**

El generador fotovoltaico completo estará constituido por un total de 6.840 módulos fotovoltaicos de la marca TRINA TSM-NEG21C.20 695W, con potencia pico total de 4.753,8 kWp. Los inversores y la configuración seleccionada, permitirá la conexión de 228 series de 30 paneles cada una, por cada uno de los 12 inversores, suministrando una potencia total eléctrica de 3.600 kWn.

El Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC) se conectará con una única línea en Media tensión al Punto de Conexión (PC). La configuración final prevista es la siguiente:

CT (kVA)	Inversores	Ud Inversor	Modelo	Pot Total Nominal Inver	String/Inv	Panel/serie	Paneles	Pot Panel (W)	Pot Pico (W)	Ratio DC/AC
4200	INV1	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV2	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV3	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV4	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV5	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV6	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV7	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV8	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV9	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV10	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV11	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV12	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
		12		**3600**	**228**		**6840**		**4753800**	**1,3205**

CT: Centros de Transformación.
Inversores: Inversor fotovoltaico DC/AC

La potencia máxima admisible en el Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC) es de 4.200 Kva (la potencia del Transformador).

17 INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La inclinación del panel viene dada en función del emplazamiento, latitud del lugar, y demanda de energía prevista.

Para calcular las pérdidas que se producen debido a desviaciones de orientación y/o inclinación de los módulos fotovoltaicos, se va a tomar como guía el anexo II del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red que proporciona IDAE en donde, además, se marcan los umbrales límite de estas pérdidas como se verá más adelante.

En él, estas pérdidas se obtienen mediante un parámetro que se llama factor de irradiación.

La zona de estudio tiene las siguientes coordenadas ETRS89/UTM:

X: 460848,225
Y: 4480484,067
Huso: 30

18 SOMBRAS Y DISTANCIA ENTRE MÓDULOS

Las estructuras están dispuestas directamente sobre el terreno. No se encuentran edificios ni cualquier otro obstáculo de altura superior que pudiera generar sombras sobre la superficie de los módulos.

La planta está orientada con azimut de 0º. Se estudia el posible sombreamiento ocasionado por módulos de filas anteriores mediante procedimiento de cálculo de sombras basado en los softwares Helios3D y PVsyst. Con el primero se genera la implantación de las estructuras en 3D sobre terreno real, obtenido de un estudio topográfico. Esto nos hace obtener las alturas reales de cada mesa de las estructuras en función del terreno existente. Con el segundo software realizamos las simulaciones de sombras y producción utilizando el escenario 3D previamente realizado.

Finalmente, la distancia entre filas de estructuras se calcula iterando distintas distancias y distintas potencias instaladas hasta obtener el mejor resultado de rendimiento y producción de la planta.

Para este proyecto el pitch será de 8,70 m.

19 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS A INSTALAR

19.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

GENERALIDADES.

Los módulos solares utilizados en esta planta se caracterizan por su elaboración y componentes de calidad. Los módulos cuentan con células de silicio que permiten un excelente rendimiento, incluso con poca irradiación solar. Las células solares están encapsuladas en EVA (Acetato de Etileno-Vinilo) resistente a la radiación ultravioleta.

El marco es de una aleación de aluminio anticorrosivo y a prueba de torsión, de forma que los módulos son estables y pueden ser montados de muchas maneras. La cubierta de los módulos está hecha de vidrio solar templado. Este vidrio garantiza, por una parte, una alta transparencia y, por otra, protege las células solares de agentes atmosféricos como granizo, nieve y hielo.

Cada panel lleva una caja de conexión en la parte posterior con cable de 4mm2 y conectores multicontact tipo compatible MC4 para conectar los módulos entre sí.

Los módulos que se utilizarán este proyecto serán **módulos bifaciales**. Los módulos bifaciales ofrecen muchas ventajas sobre los paneles solares tradicionales. Se puede producir energía desde ambos lados de un módulo bifacial, aumentando la generación de energía total. Los módulos bifaciales producen energía solar desde ambos lados del panel. Mientras que los paneles tradicionales opacos de lámina posterior son monofaciales, los módulos bifaciales exponen tanto la parte frontal como la parte posterior de las celdas solares.

Los módulos bifaciales vienen en muchos diseños. Algunos están enmarcados, mientras que otros no tienen marcos. Algunos son de doble vidrio, y otros usan hojas traseras transparentes. La mayoría utiliza células monocristalinas, pero hay diseños policristalinos. Lo único que es constante es que el poder se produce desde ambos lados. Hay módulos de doble vidrio sin marco que exponen la parte posterior de las celdas, pero no son bifaciales. Los verdaderos módulos bifaciales tienen contactos tanto en la parte frontal como en la parte posterior de sus celdas.

Los parámetros que se han tenido en cuenta para la elección del módulo fotovoltaico son:

- Potencia. Interesa ir a un módulo con la mayor potencia posible dentro de la gama comercial a la que tengamos acceso.
- Eficiencia. Se define como el cociente entre la potencia eléctrica que nos genera el panel y la potencia irradiada sobre el mismo, para unas condiciones determinadas. Siempre es un factor favorable ya que una mayor eficiencia nos permite reducir el área física de actuación

de la instalación de la planta. Si para una misma potencia instalada reducimos las dimensiones físicas ocupadas, se producirá un ahorro en costes de estructuras, cableados, canalizaciones, etc., y por consiguiente menores pérdidas por efecto Joule en los cableados.

- Precio. Evidentemente es un factor determinante el coste de adquisición del panel por watio pico de potencia.
- Disponibilidad comercial. Ligada también al punto previo, es deseable que un mismo producto puedan suministrarlo varios proveedores. Así pues, hay fabricantes que distribuyen su producto a través de almacenes de material eléctrico diversos, y en cambio otros tienen distribuidores específicos por áreas geográficas. No obstante, lo importante es garantizar que, una vez elegido el producto, su suministro tenga plazos de entrega razonables.
- Otros parámetros técnicos. En este punto cabe mencionar algunos parámetros característicos de los paneles fotovoltaicos. Por ejemplo, su pérdida de eficiencia en función de la temperatura de trabajo es un factor importante, ya que cuando más producen estas instalaciones es precisamente cuando más potencia irradiada reciben del sol, y por tanto cuando van a estar sometidos a mayor temperatura. Otro aspecto puede ser la pérdida de características con el paso de los años, ya que este tipo de instalaciones requieren fuertes inversiones iniciales, que solo podrían ser viables por la durabilidad de los elementos de la instalación durante periodos de tiempo suficientes para que la inversión sea rentable.
- Referencias del fabricante. En general, cuanta más información técnica podamos obtener de un fabricante, mayor sensación de seriedad tendremos del mismo a priori. Cualquier otra fuente de información procedente de gente del sector (proveedores, industriales, etc.) debe ser al menos escuchada y valorada a la hora de la elección del producto. Y cualquier otra fuente de información (internet, foros de especialistas, etc.) será útil para tener el máximo de elementos a la hora de tomar la decisión final.
- Cumplir con las especificaciones de la UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo cual se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente, cumpliendo con los requisitos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión, así como las directivas comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

De todo el análisis anterior se ha elegido para este proyecto el panel TRINA TSM-NEG21C.20 de 695 Wp. El módulo cumple con todas las especificaciones de calidad requeridas y tiene una eficiencia de 22,4 %.

En la tabla adjunta puede observarse las características técnicas (eléctricas y físicas) que poseen los paneles proyectados para suministro, y que se resumen en la siguiente:

DATOS ELÉCTRICOS	
Potencia máxima nominal (Pmáx)	695 W
Tipo	40,3V
Tensión en el punto de máxima potencia (Vmp)	17,25A
Corriente en el punto de máxima potencia (Imp)	48,3V
Tensión de circuito abierto (Vca)	18,28A
Intensidad de cortocircuito (Icc)	22,4%
Eficiencia del módulo	Clase II
Clasificación de aplicación	0~+5W
Tolerancia Potencia	+0,04%/C
Coeficiente Temperatura de Isc (a_Isc)	--0,24%/C
Coeficiente Temperatura de Voc(p_Voc)	-+0,30%/C
Coeficiente Temperatura de Pmax (y_Pmp)	Irradiance 1000W/m2, cell temperatura 25C, AM1.5G
STC	695 W

ESPECIFICACIONES	
Tipo de célula	Mono
Peso	38,3kg
Dimensiones	2384 ×1303× 33 mm
Cable	4mm²
Número de células	132
Caja de conexiones	IP68, 3 rated
Conector	MC4 EVO2 / TS4 Plus / TS4*

CONDICIONES DE OPERACIÓN	
Maximum System Voltage	1500VDC (IEC/UL)
Operating Temperature	-40C~+85C
Maximum Series Fuse	35A
Maximum Static Load,Front*	5400Pa
Maximum Static Load,Back*	2400Pa
NOCT	45±2C
Application Class	Class II

Estas características son especificaciones en CEM (condiciones estándares de medida), consistentes en una irradiancia de 1000 W/m^2, temperatura de célula 25 °C y masa de aire de 1,5.

Todos los certificados de cada uno de los módulos estarán dentro del margen de potencia pico nominal ±5%, desviaciones las cuales se producen también, en mayor o menor medida, en los parámetros de Vmp e Imp. Por tanto, si dentro de un mismo modelo aparecen tales desviaciones, es razonable agrupar series en paralelo con modelos de características similares, que no

necesariamente serán de la misma potencia nominal, pudiéndose clasificar los módulos fotovoltaicos en agrupaciones que presenten Imp similares y que se pueden corresponder con modelos diferentes.

En cualquier caso, los módulos se asociarán dentro de su misma serie en función de su propia intensidad de máxima potencia (Imp), que es el criterio óptimo de asociación. Si bien, aunque hay una correlación entre la Imp y la Pmp, no siempre a mayor potencia tendremos una mayor corriente.

Cada serie dará una corriente diferente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas, y vendrán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia.

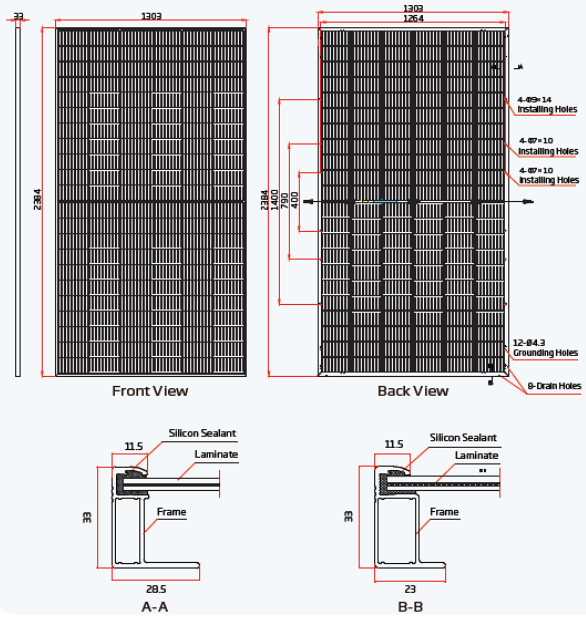
Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulado.

Una vez definidas los agrupamientos que se van a realizar, se procederá a describir cada uno de ellos.

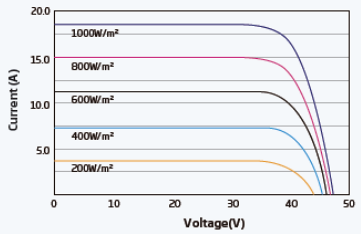
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Vertex N BIFACIAL DUAL GLASS MODULE

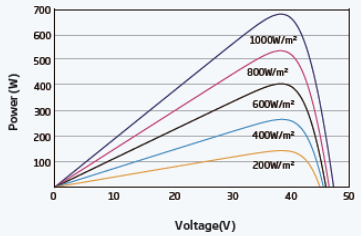
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(680W)



P-V CURVES OF PV MODULE(680 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts-P_{MAX} (Wp)*	670	675	680	685	690	695
Power Tolerance-P_{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	39.2	39.4	39.6	39.8	40.1	40.3
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	17.09	17.12	17.16	17.19	17.23	17.25
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	47.0	47.2	47.4	47.7	47.9	48.3
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	18.10	18.14	18.18	18.21	18.25	18.28
Module Efficiency η m (%)	21.6	21.7	21.9	22.1	22.2	22.4

STC: Irradiance 1000W/m2, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: ±3%.

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

Total Equivalent power-P_{MAX} (Wp)	724	729	734	740	745	751
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	39.2	39.4	39.6	39.8	40.1	40.3
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	18.46	18.49	18.53	18.57	18.61	18.63
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	47.0	47.2	47.4	47.7	47.9	48.3
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	19.55	19.59	19.63	19.67	19.71	19.74
Irradiance ratio (rear/front)	10%					

Product Bifaciality:80±5%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power-P_{MAX} (Wp)	510	514	517	521	526	530
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	36.8	37.0	37.2	37.3	37.7	37.8
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	13.86	13.89	13.91	13.94	13.96	14.02
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	44.5	44.7	44.9	45.2	45.4	45.8
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	14.59	14.62	14.65	14.67	14.71	14.73

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	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 4.0mm² (0.006 inches²), 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.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT(Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	-0.30%/°C
Temperature Coefficient of V_{OC}	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.04%/°C

MAXIMUMRATINGS

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

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
1% first year degradation
0.4% Annual Power Attenuation
(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGUREATION

Modules per box: 33 pieces
Modules per 40' container: 594 pieces

Trinasolar

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
© 2023 Trina Solar Limited, All rights reserved, Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
Version number: TSM_EN_2023_A
www.trinasolar.com

19.2 INVERSOR

19.2.1 Generalidades.

El sistema de inversión es el encargado de convertir la corriente continua procedente del generador fotovoltaico proporcional a la radiación incidente en corriente alterna.

Por lo tanto, es necesario esa transformación de corriente continua en alterna de las mismas características (tensión y frecuencia) que la red, para que el sistema fotovoltaico pueda operar en paralelo con la red existente.

El funcionamiento de los inversores será automático. A partir de que los módulos solares generan suficiente potencia, la electrónica de potencia implementada en los equipos inversores se encargará de supervisar la tensión, frecuencia de red, así como la producción de energía. A partir de que ésta sea suficiente, el equipo comenzará la inyección a red.

Además del caso en que los paneles no produzcan energía suficiente el inversor se desconectará en los supuestos siguientes:

- Fallo de red eléctrica: en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en cortocircuito y por tanto se desconectará, no funcionando en ningún caso en isla, y volviéndose a conectar cuando se haya restablecido la tensión en la red.
- Tensión fuera de rango: si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento del inversor, este se desconectará automáticamente, esperando a tener condiciones más favorables de funcionamiento.
- Frecuencia fuera de rango: en el caso de que la frecuencia de red esté fuera del rango admisible, el inversor se parará de forma inmediata, ya que esto quiere decir que la red está funcionando en modo de isla o que es inestable.
- Temperatura elevada en el equipo.

La forma de funcionamiento de los inversores es de tal modo que toman la máxima potencia posible de los módulos solares mediante el seguimiento del punto de máxima potencia. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor para su funcionamiento. Puesto que la energía que consume la electrónica del inversor procede de los paneles, durante las horas nocturnas el inversor sólo consumirá una pequeña porción de energía de la red de distribución, minimizándose de este modo las pérdidas.

Por lo tanto, es un elemento fundamental del sistema y por ello su elección debe ser consecuencia de un análisis comparativo entre distintos modelos que existan en el mercado. Los aspectos a tener en cuenta a la hora de la elección del inversor son los siguiente:

- Potencia. Teniendo en cuenta el tamaño de la instalación que nos ocupa, debemos buscar un inversor cuya potencia se adapte a la modularidad y escalabilidad que queramos obtener. La gama de inversores que existen en el mercado va desde watios hasta unos pocos megawatios. Si elegimos un inversor de pequeña potencia, deberemos instalar muchos bloques repetidos para alcanzar la potencia que deseamos en nuestra instalación. Ello repercutirá en mayores costes de la instalación y mayor dificultad en la explotación y mantenimiento de la misma. Por el contrario, si elegimos un único inversor del total de potencia que requerimos (suponiendo que exista un inversor de esa potencia), los costes de instalación se reducirán casi con toda probabilidad. Sin embargo, ante una avería de este elemento, dejaríamos a toda la planta fuera de servicio. Y no hay que olvidar que la tecnología utilizada en inversores es bastante sofisticada, y son elementos muchos más susceptibles de fallo que por ejemplo un transformador, o un interruptor automático. Por tanto, lo más conveniente será ir a una solución en la que exista un número razonable de inversores, de forma que la instalación no se encarezca excesivamente, y en caso de fallo de alguno el porcentaje de instalación que se quede fuera de servicio no sea excesivo. Es decir, es un compromiso entre costes de instalación, costes de mantenimiento, y costes por posibles pérdidas de producción ante fallos.
- Eficiencia. Como siempre, la eficiencia es un parámetro fundamental a tener en cuenta. Se define como la relación entre la potencia en alterna que inyecta el inversor a la red, y la potencia en continua que entra en el inversor. Evidentemente, en la instalación que nos ocupa, cualquier pérdida de potencia incide directamente en los ingresos monetarios que se generarán, ya que es energía que se perderá en forma de calor y que no se verterá a la red
- Precio. Aspecto fundamental en cualquier elemento, pero de forma importante en los inversores de la instalación ya que su coste también va a ser un porcentaje relevante del coste total del proyecto.
- Disponibilidad comercial. Al igual que en el caso de los paneles, dada la importancia y la criticidad que este elemento va a tener en nuestra instalación, va a ser fundamental que, tanto a la hora de su suministro, como a la hora de una necesidad de asistencia técnica, el proveedor garantice una respuesta rápida. Quizá es el elemento de la instalación en la que este aspecto, asistencia técnica, sea el más relevante.
- Otros parámetros técnicos. Existen diversos parámetros además de la potencia y rendimiento, fundamentales a la hora de realizar la comparación entre distintas opciones de inversor. Estos son algunos de ellos:
    - -Rango de tensión de entrada para el cual el inversor puede funcionar en el punto de máxima potencia (PMP en español, MPP en inglés). En función de este parámetro tendremos que diseñar las agrupaciones de paneles en serie formando strings.
    - -Reducción por temperatura (temperature derating). Indica cómo el inversor va reduciendo la potencia capaz de generar en función de la temperatura de trabajo. Ello es consecuencia de que tienen implementado un sistema para proteger los semiconductores de potencia contra el calentamiento.

- -Dispositivos adicionales de monitorización y protección. Normalmente los fabricantes de inversores dan opción de añadir funciones adicionales diversas, como por ejemplo protecciones magnetotérmicas en entrada y/o salida, detección de fallo de aislamiento, protección contra sobretensiones, analizador de red, etc. Ello puede ofrecer una solución integrada que facilite la ejecución de los trabajos de instalación y con ello conseguir una reducción de costes.

- Posibilidad de soluciones integradas. Este es un aspecto muy interesante, ya que hay fabricantes que ofrecen no solo el inversor, sino una solución integrada de estación de media tensión que incluye, además de los inversores, el transformador y las protecciones en el lado de baja tensión de corriente alterna y las cabinas con celdas de línea y de protección en el lado de alta tensión. Pueden además incluir soluciones para el conexionado de todas las líneas de corriente continua que llegan desde las agrupaciones de paneles fotovoltaicos. Es este un aspecto que puede incidir de forma importante en la fiabilidad de la instalación, al facilitar la ejecución por parte del instalador. Así mismo puede repercutir en el coste de instalación y reducirlo.
- Referencias del fabricante. Puesto que el inversor es un elemento altamente crítico, debido a la complejidad y sofisticación de la tecnología que emplea, además de las consecuencias gravosas que un fallo del mismo produciría, cualquier información o referencia que pueda obtenerse sobre la fiabilidad de productos de cada fabricante, es un dato a tener en cuenta a la hora de la elección.

El inversor elegido finalmente ha sido el modelo de **HUAWEI 330KTL-H1**. En la elección se ha preferido que la potencia sea de 300 kW.

El inversor cumplirá con todos los estándares de calidad requeridos por este tipo de instalaciones. Cumplirán las exigencias requeridas por el RD 1699/2011, el RD413/2014, RD 842/2000 y el RD 223/2008, en cuanto a protecciones, puesta a tierra, compatibilidad electromagnética, etc.

El inversor adoptado permite un rango muy amplio de tensión de entrada desde el campo fotovoltaico, lo que permite una gran flexibilidad de configuración y posibilidades de ampliación en el futuro. A partir de la potencia recibida del campo fotovoltaico, el punto de operación del inversor es optimizado constantemente con relación a las condiciones de radiación, las propias características y la temperatura del panel, y las características propias del inversor.

Su rendimiento máximo es superior al 98% y presenta una distorsión armónica inferior al 3%. El seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) consigue que se maximice la potencia entregada a la red, además de la recibida del campo fotovoltaico.

El inversor entregará una corriente a la red eléctrica con una onda senoidal idéntica a la propia de la compañía eléctrica suministradora, y con un factor de potencia muy próximo a 1 en todas las condiciones de funcionamiento del equipo.

El inversor se encontrará equipado con un transformador de aislamiento trifásico de baja frecuencia, lo cual quiere decir que elimina la posibilidad de inyectar una componente de corriente continua a la red eléctrica general cumpliendo, de esta forma, con la normativa vigente en España.

Cuenta además con las protecciones siguientes:

- Protección contra polarización inversa.
- Protección contra sobretensiones transitorias en entrada y salida.
- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas en la salida
- Protección magnetotérmica en alterna.
- Protección contra fallos de aislamiento en continua.
- Protección contra sobretemperatura en el equipo.
- Protección anti-isla (tensión y/o frecuencia de red fuera de rango).
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en continua y alterna.
- Protecciones fusibles en continua.
- Protecciones fusibles en alterna.

Los parámetros operativos y las lecturas eléctricas pueden ser monitorizados localmente a través de una pantalla LCD en el frontal del equipo. También incluye la posibilidad de monitorizar los datos en un PC a través de una salida RS-485, o enviarlos a un receptor remoto a través de un módem de telefonía fija o GSM.

El inversor poseerá Marcado CE, y se ajustará a las exigencias del RD 1955/2002 y las Directivas EMC (EN 61000-6-2 y EN 61000-6-3) y de Baja Tensión (EN 50178).

19.2.2 Características técnicas.

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosϕ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnector(SSLD)	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤108 kg
Operating Temperature Range	-25 °C ~ 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

19.3 ESTRUCTURA DE SOPORTE.

19.3.1 Estructura.

La estructura soporte irá situada sobre el suelo. Será calculada considerando unas cargas que aseguren buen anclaje del generador fotovoltaico ante condiciones meteorológicas adversas, cargas de nieve y viento

El sistema de suportación de los paneles fotovoltaicos estará formado por estructuras de acero galvanizado, acero inoxidable o aluminio, para evitar y prevenir la oxidación. El sistema de soporte de módulos se hincará en el terreno, se atornillarán al mismo o se fijarán con cimentaciones en función de las características físicas del suelo.

Los cálculos estructurales seguirán la norma y código de aplicación local y nacional. Los materiales cumplirán las condiciones exigidas por la norma UNE-EN 1090-2 “Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero”. En este proyecto al no tener estudios geotécnicos previos ni pruebas en el terreno se estima una estructura estándar de mercado quedando el diseño final de la estructura soporte de paneles supeditada a la validación del Director de Obra de los cálculos finales de dicha estructura, según el fabricante final a la que se adquiera.

El espesor de galvanizado se realizará según la normativa ISO 1461, en función de las condiciones atmosféricas, siguiendo la norma ISO 14713

El diseño y la construcción de la estructura y los sistemas de fijación de los módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir caras que puedan afectar a la integridad de los módulos.

La estructura de soporte será apta para la disposición física de las agrupaciones de paneles a realizar, intentando en la medida de lo posible evitar la separación de las series de paneles.

Dicho sistema de estructuras funciona de forma análoga y garantiza que no haya una transferencia de medios al terreno.

La estructura siempre debe evitar las pérdidas por sombras, por lo que tanto la separación como la inclinación debe ser adecuada para la ubicación y condiciones del terreno.

En caso de uso de hincas o tornillos, estos serán fijados al suelo mediante una máquina que incorpora un accesorio atornillador-hincador. La extracción de dichos elementos se realiza fácilmente empleando la misma herramienta.

La estructura contará con los cálculos de los anclajes para que cumpla con la normativa vigente (cargas de viento, nieve, terremotos, …).

Las estructuras elegidas para este caso es del tipo **Fija** de 40m, 20m y 11metros aproximadamente y estará formada perfiles laminados o conformados normalizados de acero galvanizado, lo cual le confiere las características idóneas para su situación a intemperie. La separación entre ejes de estructuras será de 8,7 metros para evitar los efectos negativos de pérdida de producción eléctrica asociado a las sombras que unas hileras puedan producir sobras las otras. La separación entre los módulos de cada hilera será de 2 cm.

Los módulos irán anclados a estos perfiles mediante tornillería o zapatas adhesivas. Estarán dimensionados para ubicar 30 paneles en serie. Tendrán un total de 15, 30 y 60 módulos. La colocación de los módulos en la estructura soporte será de 2 módulo en vertical por cada columna.

Inicialmente se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno, mediante una cimentación con hinca de acero clavada directamente al terreno. Estas cimentaciones serán idénticas y estarán separadas a una distancia constante entre ellas, tal y como se muestra en planos.

ESPECIFICACIONES	
Estructura	Fija: 2Vx30 (60 Módulos) 2Vx15 (30 Módulos) 2Vx8 (15 Módulos)
Inclinación	25°
Opciones de cimentación	Hincado directo / Pre-drilling + hincado / Micropilote/ Predrilling + compactado + hincado
Adaptación al terreno	Hasta 20% inclinación N/S**
Perfiles: calidad y tratamiento	Acero de alta resistencia S275JR, S355JR y acero ZM310
Tornillería	Grado 8.8 / ZnNi + sellante
Tipos de módulos compatibles	Con marco, sin marco o glass...
Cargas de viento y nieve	A medida según requerimientos
Normativa y regulación	Cálculo, diseño y fabricación de la estructura de acuerdo a las normas Eurocódigo.

19.3.2 Montaje Estructura

El montaje de la estructura se realizará mediante las técnicas de hincado directo o el proceso alternativo de hincado con pretaladro, según las características geotécnicas del terreno en los puntos en los que se realizará la sujeción de las estructuras.

El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos reduce los altos costes y plazos generados con las cimentaciones de hormigón. De igual modo, el impacto ambiental es mucho menor al no quedar hormigón enterrado. De esta manera la planta solar fotovoltaica podría ser desmontada en un futuro sin dejar huella.

Para llevar a cabo el hincado de los postes que sustentarán tanto el resto de la estructura como los paneles fotovoltaicos que van fijados a ella, se utiliza una máquina hincapostes, que introduce los postes en el terreno a la profundidad requerida en función del tipo de terreno, resistencias exigidas, etc... Con la mayor precisión, gracias al sistema de medición por láser que lleva incorporados.

En primer lugar, se necesitará realizar el replanteo topográfico para marcar en el terreno los puntos en los que se van a tener que hincar los perfiles metálicos. Tras esto, se colocarán los perfiles en el terreno para mayor facilidad del operario a la hora de hincarlos. Será necesario contar con dos operarios de los cuales uno será el maquinista y el otro el ayudante.

La herramienta de perforación es el propio perfil metálico que se hinca mediante el golpeteo que efectúan las máquinas hincadoras hidráulicas. Previamente se habrá anclado la máquina al suelo para evitar el movimiento de ésta cuando se esté hincando el poste. Esta máquina utiliza un molde especial con la forma del perfil del poste y golpea repetidas veces la cabeza del mismo, introduciéndolo progresivamente en el terreno hasta llegar a la profundidad necesaria, la cual se establecerá por el estudio geotécnico, es decir la consistencia del terreno, y estará entre los 1,5 m y los 2,0 m.

Una vez realizado el hincado, los perfiles metálicos ya están preparados para recibir la estructura de paneles fotovoltaicos. La estructura soporte irá conectada a tierra con motivo de reducir riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas o tensiones inducidas por fenómenos meteorológicos.

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre la estructura soporte utilizando los agujeros correspondientes, mediante la tornillería específica o grapas adecuadas, siguiendo las recomendaciones del fabricante de módulos y estructura soporte. Los módulos fotovoltaicos se instalarán de manera que el aire pueda circular libremente a su alrededor. De este modo, se consigue disminuir la temperatura de trabajo.

20 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

El circuito de BT consiste principalmente del cableado de BT del campo solar asociado a cada Centros de Transformación. Se diferenciarán diferentes niveles del circuito.

- Cableado de módulos. La interconexión entre unos módulos de un mismo string se realizará mediante el cableado y conectores que incorporan de fábrica los propios módulos.
- Cableado de string: Será el encargado de conectar los strings en cada estructura con los invesrores. Este cableado circulará por bandeja a la intemperie anclada a la propia estructura solar en caso de realizar cruzamientos a estructuras cercanas este cruzamiento se realizará de forma enterrada bajo tubo. La conexión a los módulos se realizará mediante conector multicontact o similar mientras que la conexión en los cuadros de nivel se realizará mediante bornero.
- Cableado AC de inversor a CT. Será el encargado de conectar los inversores con el trasformador. Este cableado se realizará de forma subterránea bajo tubo o sin tubo, esto se definirá en una fase posterior de ingeniería de detalle.

20.1 CABLEADO

El cableado cumplirá con la normativa nacional e internacional correspondiente y se diseñará para minimizar pérdidas. Los cables no contendrán sustancias halógenas y reaccionarán al fuego de acuerdo a las siguientes normativas:

- EN 60332-1-2 Tests on electric and optical fiber cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame.
- IEC 60695-7-2:2011: Fire hazard testing - Part 7-2: Toxicity of fire effluent - Summary and relevance of test methods
- IEC 60502:2012 SER: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - ALL PARTS

Si el cableado de BT está a la intemperie deberá funcionar correctamente bajo radiación solar directa, operando de manera continua a 90ºC y su vida útil deberá estar garantizada durante toda la vida útil de la Planta.

Debe cumplir con la normativa nacional e internacional aplicable y resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV y condiciones meteorológicas adversas.

Las líneas eléctricas tendrán conductores con un aislamiento adecuado conforme a la normativa vigente y con la protección mecánica adecuada a la ubicación de cada línea, con la sección necesaria

en cada caso para admitir las intensidades previstas (nominales o excepcionales) y no superar las caídas de tensión máximas.

20.1.1 Cableado DC.

Los cables de la instalación serán de cobre o aluminio, con una sección suficiente para asegurar las pérdidas por efecto joule inferiores a 2% de la tensión nominal tal y como pide el pliego de condiciones técnicas del IDAE y el reglamento electrotécnico para baja tensión.

Para la conexión en continua entre los módulos y los inversores el cable serán del tipo P-Sun 2.0 (RHH), adecuados para su instalación exterior y presentarán las siguientes características:

- Conductor: ..... cobre electrolítico estañado
- Sección: .....6 y 10 mm^2
- Tipo .....Unipolar de varios hilos
- Temperatura de servicio: ..... 90ºC (máxima 120ºC y cortocircuito 250ºC)
- Material de aislamiento: ..... Goma tipo EI6
- Tensión de aislamiento: ..... 0.6/1 kV AC, 0.9/1.8 kV DC
- Material de cubierta: ..... Mezcla cero halógenos, tipo EM5.
- Resistencia a las condiciones climatológicas:
  - Alta resistencia al frio
  - Alta resistencia a los rayos UVA
  - Alta resistencia a la absorción de agua
- Características a presentar en la combustión:
  - No propagación de la llama
  - Libre de halógenos
  - Reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos
  - Baja emisión de humos opacos
- Otras características:
  - Alta resistencia al impacto
  - Alta resistencia a agentes químicos
  - Alta resistencia a la abrasión y desgarro
- Vida útil ..... no inferior a 25 años
- Color: ..... Rojo/Negro

Los módulos se agrupan en ramas de 30 paneles en serie, para conseguir así la tensión de trabajo del inversor. Cada rama se cableará en Cu, 6, 10 y 16 mm^2, nivel de aislamiento 1500V, hasta el inversor.

La conexión entre módulos se realizará con terminales multicontacto que facilitarán la instalación además asegurarán el aislamiento.

20.1.2 Cableado AC

Desde cada Inversor hasta el Cuadro de Baja Tensión (CBT) del Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC)se realizará la interconexión con cable con nivel de aislamiento 0,6/1 KV AC 1,5kV DC, clase II y secciones adecuadas en Cobre o Aluminio.

El cableado de media tensión se realizará con cable Al HEPRZ1 12/20 kV, con aislamiento dieléctrico seco.

20.2 PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

En cumplimento del REBT, cada circuito dispondrá de las protecciones eléctricas de sobre corrientes; protecciones contra contactos directos, puesta a tierra de la instalación; protección contra contactos indirectos, asimismo se instalará un sistema de protección contra sobretensiones, tanto en la parte de corriente continua, como en la parte de alterna.

Por todo ello el sistema eléctrico dispondrá de todos los elementos de protección para maximizar la vida útil del generador y asegurar la continuidad de la producción. Los elementos de protección principales para una instalación fotovoltaica son:

- Interruptor general manual, interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión, que puede ser incluido en el inversor.
- Interruptor automático diferencial, como protección contra derivaciones en la parte de alterna de la instalación, que puede ser incluido en el inversor.
- Interruptor automático de interconexión controlado por software, controlador permanente de aislamiento, aislamiento galvánico y protección frente a funcionamiento en isla, incluido en el inversor.
  También el inversor contiene un interruptor del lado de continua, que protege de los posibles contactos indirectos.
- Aislamiento clase II en todos los componentes: módulos, cableado, cajas de conexión, etc.
- Protecciones contra sobretensiones para el generador fotovoltaico incluidas las inducidas por descargas atmosféricas.
- Fusibles para instalaciones fotovoltaicas con función seccionadora.

Con objeto de optimizar la eficiencia energética y garantizar la absoluta seguridad del personal, se tendrán en cuenta los siguientes puntos adicionales:

- Todos los equipos situados a la intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP65.
- Todos los conductores dispondrán de un aislamiento adecuado y su sección será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean inferiores a las indicadas tanto por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión como por la compañía eléctrica que opere en la zona.
- Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma.
- Los módulos y las estructuras soporte se conectarán a la tierra siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones; es decir, sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora.

Lo que se describe a continuación corresponde a las protecciones que se emplean en la parte de continua que van desde el campo generador hasta los terminales de entrada del inversor:

- Contactos directos e indirectos:
  El generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contactos directos e indirectos, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra. En este último caso, se genera una situación de riesgo, que se soluciona mediante:
  - Aislamiento de clase II en los módulos fotovoltaicos, cables y cajas de conexión.
  - Controlador permanente de aislamiento, integrado en el inversor, que detecte la aparición de derivaciones a tierra. El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

  En el diseño de la protección individual de los cables de cada rama, hay que tener en cuenta que la corriente de cortocircuito es aproximadamente igual que la corriente nominal de la rama. Este hecho condiciona la utilización de fusibles o disyuntores que puedan utilizarse para proteger el cableado contra los cortocircuitos.
  Por lo tanto, la protección contra cortocircuitos en el generador fotovoltaico, por fallas en el aislamiento o falla en la protección a tierra, se recomienda realizarla mediante el uso de sistemas de protección de corte automático, sensible a las tensiones de contacto en corriente continua.
  Tal y como se mencionó anteriormente el inversor contiene esa protección en su interior. Si la instalación llegase a ser de grandes dimensiones habría que incluir más de este tipo de protecciones repartida en las diversas ramas que conformen al generador, para protegerlo en toda su extensión.

- Sobrecargas
  Los fusibles son normalmente distribuidos por cada una de las ramas de los grandes sistemas fotovoltaicos para proteger la instalación eléctrica de sobrecargas.
  Adicionalmente entre el generador y el inversor debe instalarse un elemento de corte general bipolar para continua, que debe ser dimensionado para la tensión máxima de circuito abierto del generador a -10ºC, y para 125% de la corriente máxima del generador.
  En el caso que se dispongan fusibles por ramas, la sección transversal del cableado de la rama puede entonces ser determinada a partir de la corriente límite de no fusión del fusible de la rama. En este caso, la corriente admisible del cable (Iz) deberá ser superior a la corriente nominal del elemento de protección (In) y a su vez,
  inferior al corriente límite de fusión del mismo (Inf). A su vez, la Inf no podrá ser superior a 1,15 veces la Iz:

$$In \leq Inf \leq 1{,}15 \times Iz$$

  Adicionalmente, para evitar cortes imprevistos en la producción energética, la corriente nominal del fusible (In) vendrá dada por la expresión:

$$In \geq 1{,}25 \times In\ RAMA$$

  De esta forma una vez que ocurra una sobrecarga en alguno de los conductores activos de la instalación fotovoltaica, los fusibles deberán de protegerlos.
  Cabe mencionar que el elemento de corte, tendrá que ser capaz de conectar y desconectar el generador en carga, en buenas condiciones de seguridad.
- Sobretensiones
  Sobre el generador fotovoltaico se pueden producir sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia.
  Por ello, se protegerá la entrada de CC del inversor mediante dispositivos de protección de clase II (integrado en el inversor), válido para la mayoría de equipos conectados a la red, y a través de varistores con vigilancia térmica.

20.2.1 Cuadro de Alterna.

La central contará con todas las protecciones de líneas e interconexión preceptivas según el reglamento de baja tensión y de acuerdo también con las normas de la compañía distribuidora.

En muchas ocasiones el propio inversor dispone de las protecciones necesarias en alterna incorporadas en su interior.

Este cuadro también se puede denominar CBT (Cuadro de Baja Tensión). Este cuadro suele disponer como mínimo protección mediante fusibles y un interruptor manual de corte en carga.

El contenido de este cuadro y sus protecciones puede variar en función de los requerimientos de la compañía distribuidora.

20.2.2 Aislamiento galvánico

UNE-EN 61558:2011 Seguridad de los transformadores, bobinas de inductancia, unidades de alimentación y las combinaciones de estos elementos.

20.2.3 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Armónicos y compatibilidad electromagnética según lo dispuesto en el Real Decreto 1669/2011 y R.E.B.T ITC-BT 40.

20.2.4 Variaciones de tensión y frecuencia en la red

Todos los inversores realizan de forma automática, mediante un relé, la desconexión y conexión de la instalación en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red mediante un programa de “software” valores según Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, no pudiendo ser modificados por el usuario.

20.2.5 Mínima y máxima tensión

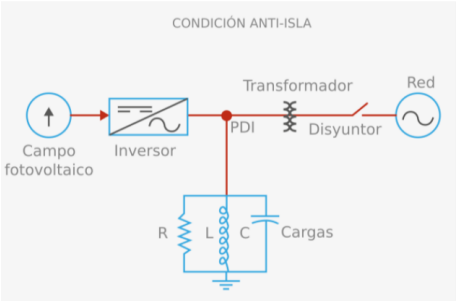
Por software en el inversor con 5 niveles configurables en magnitud y duración.

20.2.6 Mínima y máxima frecuencia

Por software en el inversor con 5 niveles configurables en magnitud y duración.

20.2.7 Contra funcionamiento en isla

La protección anti-isla de los inversores combina métodos pasivos y activos, eliminando la posibilidad de falsos disparos y cumpliendo con las normativas IEC62116 y IEEE1547.



20.3 SISTEMA DC/AC.

La instalación eléctrica se llevará a cabo según la normativa vigente y en todo momento su diseño tendrá en cuenta el disminuir las pérdidas de generación al mínimo. Se instalarán todos los elementos de seccionamiento y protección necesarios.

La instalación eléctrica comprende la instalación en baja tensión de la interconexión de las cadenas de módulos fotovoltaicos al inversor. Se realizará la conexión trifásica en baja tensión desde el inversor hasta los Centros de Transformación. Todo conducido a través de canalizaciones adecuadas a cada disposición.

Los módulos fotovoltaicos transforman la irradiación solar captada en corriente eléctrica continua, la cual es convertida en corriente alterna por los inversores e inyectada en la red a través de las subestaciones eléctricas elevadoras.

El cableado para la conexión de los módulos en continua será con cable solar Cable Solar H1Z2Z2-K 1500V hasta las cajas de combinación de strings (SCB) y desde dichas cajas hasta el Inversor el cableado utilizado sería del tipo XZ1 (S) o KV-K 0,6/1 kV Al 1500DC con una sección adecuada a la corriente que transporta y a la caída de tensión prevista en el proyecto para evitar recalentamiento de los cables y unas pérdidas excesivas.

Desde el Inversor hasta el Transformador los cables serán acorde con las especificaciones del fabricante pues ambos equipos se encuentran ubicados en el mismo Centro, pudiendo conectar Inversor con Transformador por medio de cables o pletinas, ambos con sección adecuada a la corriente que transporta y a la caída de tensión prevista en el proyecto para evitar recalentamiento de los cables y unas pérdidas excesivas

El cableado entre los paneles de cada serie se realizará de un panel al siguiente sujeto mediante bridas a la estructura o a las perforaciones del marco de los paneles, evitándose que queden sueltos o que cuelguen y se enganchen, llegando finalmente hasta el inversor que dispondrá a la entrada de in conector tipo MC4 para así facilitar las labores de mantenimiento y reparación o sustitución de módulos.

Tanto los tramos de unión de series de paneles discurrirán a través de una bandeja metálica o sujetados por los elementos de la estructura de soporte de los módulos.

Todas las cajas de conexión que pudiera haber tendrán un grado de protección suficiente para garantizar la resistencia ante las condiciones de intemperie. Las cajas de conexión de paneles tendrán grado de protección mínimo de IP65.

El Centro de Transformación, Protección, medida y control de 4.200kVA dispondrá de 12 inversores de 300 kW a lo largo del parque solar. Cada Inversor concentrará 19 cadenas (string) respectivamente de 30 paneles en serie.

El inversor tendrá un con grado de protección adecuado a su ubicación.

A partir del Inversor se realizará la conexión, ya en corriente alterna, desde la salida AC del inversor, ubicado junto a los paneles fotovoltaicos hasta el Cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación, Protección, medida y control para su adaptación a media tensión.

En el Centro de Transformación, Protección, medida y control existirá un transformador de 4.200kVA. El transformador recoge la energía procedente de los 12 inversores de 300 kW y transformaran la tensión desde 800V a 20 kV.

El Centro de Transformación, Protección, medida y control se conectarán a través de una línea de 20 kV de tipo aéreo-subterránea, al nuevo apoyo a instalar bajo hilos por parte de i-DE (punto de conexión concedido) mediante la instalación de un OCR Telemandado situado en el apoyo particular, según normativa de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. (IBERDROLA).

20.4 SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares de la planta fotovoltaica serán todos los consumos que existan en la instalación para la correcta operación y mantenimiento de la planta, tales como fuerza, iluminación, comunicaciones, sistemas de seguridad, seguidores, etc.

En los Centros de Transformación se instalará un transformador para dichos servicios auxiliares que estará conectado en su primario al circuito de generación, concretamente en el embarrado del Cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación, Protección, medida y control y en su secundario con el Cuadro general de Protección para los SSAA. Dicho Cuadro de SSAA está ubicado en el propio Centro de Transformación.

Las principales características de ese transformador serán:

- Tipo: .....Trifásico encapsulado
- Potencia ..... 10 kVA
- Refrigeración ..... AN
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión del primario ..... 800 V
- Tensión del secundario ..... 400/230 V

20.5 RED DE PUESTA A TIERRA.

La puesta a tierra consiste en una unión metálica directa entre determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. En esta conexión se consigue que no existan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de instalaciones, edificio y superficie próxima al terreno. La puesta a tierra permite el paso a tierra de los corrientes de falta o de descargas de origen atmosférico.

Para garantizar la seguridad de las personas en caso de corriente de defecto, se establece 10 Ω para este tipo de instalación fotovoltaica.

La puesta a tierra se realizará de forma que no altere la de la compañía eléctrica distribuidora, con el fin de no transmitir defectos a la misma.

Asimismo, las masas de cada una de las instalaciones fotovoltaicas estarán conectadas a una única tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Por ello, se realizará una única toma de tierra a la que se conectará tanto la estructura soporte de los módulos, como el terminal de puesta a tierra de los cuadros de DC y el inversor teniendo en cuenta la distancia entre estos, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas.

Si la distancia desde el campo de paneles a la toma de tierra general fuera grande se pondría una toma de tierra adicional para las estructuras, próximas a ellas. Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra será necesario disponer de bornes o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuitos son muy elevados.

Es fundamental que la estructura soporte y con ella los módulos se conecten adecuadamente a la red general de tierra para reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas, con ello se limita la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas, permitir a los diferenciales la detección de corrientes de fuga, así como propiciar el paso a tierra de las corrientes por descargas de origen atmosférico.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes se mantendrá entre los conductores de tierra una separación y aislante apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

La red de tierras de la planta se compone por una red general de la planta a base de cable de cobre desnudo repartido por la planta, tanto de corriente continua como alterna de baja tensión (generación, servicios auxiliares y corriente continua).

Además de la longitud total de cable de cobre desnudo enterrado se dispondrán de picas para conseguir unos valores de resistencia de puesta a tierra adecuados.

A esta red de tierra se conectarán las barras de tierra de los cuadros, las estructuras metálicas, soportes, armaduras, bandejas, motores, etc.

Todos los centros con equipos de MT dispondrán con una red alrededor del mismo con un número adecuado de picas (donde se conectarán puertas, herrajes, etc.) y en el caso de encontrarse dentro del parque solar se conectará a la red general de tierras de la planta.

La dirección facultativa de obra realizará los ensayos pertinentes antes de la puesta en marcha para comprobar la resistividad del terreno y la resistencia de las tomas de tierra para que cumplan la normativa vigente.

La continuidad de todas las conexiones a tierra deberá ser comprobada antes de la puesta en servicio de la instalación y en las revisiones periódicas.

20.6 CANALIZACIONES.

El cableado que trascurra sobre la estructura, irá con bandeja o sobre los elementos de la propia estructura fijada a esta mediante abrazaderas o elementos similares.

El resto de canalizaciones del cableado de la planta se efectuarán mediante zanjas adecuadas al número y tipo de tubos que deberán albergar.

El tramo de red subterránea discurrirá por los caminos previstos. Los cables se podrán alojar directamente enterrados en las zanjas o entubados (bajo tubo de polietileno homologado), a una profundidad mínima, medida hasta la parte inferior de los cables, de 0,60 m (BT) o 1 metros (MT).

La anchura de la zanja vendrá dada por los servicios que deban disponerse en la misma. En el apartado de planos de la presente memoria se muestran los distintos tipos de zanjas a efectuar donde figura la anchura mínima de estas y la situación, protección y señalización de los cables.

En los casos en los que exista un cruce, los circuitos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos y circuitos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad mínima de 0,60 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del mismo.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será 0,25 m con cables de alta tensión y de 0,10 m con cables de baja tensión, siendo la distancia del punto de cruce a los empalmes superior a 1 m.

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los de baja tensión y de 0,25 m con los de MT.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será de 0,20 m, siendo la distancia del punto de cruce a los empalmes superior a 1 m.

Las zanjas de BT y MT llevarán su correspondiente cinta señalizadora.

El trazado de las zanjas se realizará de manera que se optimicen los recorridos de los cables, con el fin de reducir la caída de tensión, reducir los costes y aumentar la productividad.

En el caso concreto de este proyecto, los cables de strings irán bajo tubo y el resto de cables de potencia (BT y MT) directamente enterrados. El cable de comunicaciones de CT será bajo tubo.

21 INSTALACIÓN ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN.

Se dotará a la instalación de 1 Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC) de 4.200kVA, para su posterior conexión a la red común de evacuación de la energía generada a la tensión de 20 kV, interna de la planta, y que llevará la energía eléctrica producida al Punto de Conexión (PC). La relación de transformación del CT será 20 kV/800V. La constitución del CTPMC será de 1 transformador de 4.200kVA, 1 celda de protección, 2 celda de línea, 1celda de SS.AA. y 1 celda de medida, según reglamento.

El Centro estará ubicado en la parcela tal y como se indican en los planos del proyecto.

21.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL(CT).

Existirá un Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC) donde irán ubicados el transformador de 4.200kVA y la aparamenta de protección correspondiente. El centro dispondrá de tres zonas o habitáculos bien definidos: dos de ellas, destinadas a equipos con tensión de servicio de 20 kV (zona trafo y zona cabinas MT).

La separación entre las zonas de MT con las de BT será plena, disponiéndose como elemento separador mampostería, rejas o elementos prefabricados, tales que en ningún momento permitan el acceso desde la zona de BT a las de MT.

El Centro de Transformación, Protección, medida y control será prefabricado de tipo interior y privado, cumpliéndose con todo los estipulado conforme a dimensiones y distancias de seguridad estipulada en la instrucción ITC-RAT-14 y en especial en lo referente a las zonas de paso, que serán:

- Para pasillos de maniobra con elementos de tensión, a un solo lado de 1m.
- Para pasillos de maniobra con elementos en tensión, a ambos lados de 1.2m.
- Para pasillos de inspección con elementos en tensión, a un solo lado 0.80m.
- Para pasillos de inspección con elementos en tensión, a ambos lados 1m.

El edificio prefabricado está constituido por un bloque principal que engloba las paredes laterales, la cimentación y la estructura base inferior, una placa piso sobre la que se colocan los equipos de media y baja tensión y una cubierta que completa el conjunto.

Los elementos delimitadores, tales como muros exteriores, cubierta y solera, así como los estructurales en ellos contenidos (vigas, columnas, etc.) tendrán una resistencia al fuego RF-240 y los

materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimentos y techo) serán de clase MO de acuerdo con la norma UNE-23727.

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción de los locales y puedan estar sometidos a oxidación deberán estar protegidos mediante un tratamiento de galvanizado en caliente según la norma UNE 37508 o equivalente.

21.1.1 EQUIPAMIENTO.

Para su aparallaje se emplearán celdas prefabricadas bajo envolvente metálica. Las celdas a emplear serán modulares de aislamiento y corte en aire natural industrial, sin gases fluorados. Estará conectado a tierra de protección todo el compartimento, garantizándose así la ausencia de tensión cuando sea accesible, para lo que dispondrá de una pletina de tierra que las interconectará constituyendo el colector de tierras de protección.

Las celdas de MT estarán provistas de enclavamientos de tipo mecánico que relacionen entre sí los elementos que la componen de tal forma que impedirán el cierre simultaneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

En su disposición cerrado se bloqueará la introducción de la palanca de accionamiento en el eje de la maniobra para la puesta a tierra, siendo asimismo bloqueables por candados todos los ejes de accionamiento.

Un dispositivo anti-reflex impedirá toda tentativa de reapertura inmediata de un interruptor. La posición de puesta a tierra será visible, así coma la instalación de dispositivos para la indicación de presencia de tensión.

Las condiciones de servicio son de interior como reflejan la normativa vigente (UNE-20009, C.E.I.-098, …) a temperaturas extremas de 40ºC y -5ºC y 1000 m de altura sobre el nivel del mar.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores tipo enchufables apantallados compatibles con la celda de media tensión y una intensidad acorde a las características de la instalación.

Los embarrados además de soportar la intensidad admisible asignada de corta duración, estarán dimensionados para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos de cortocircuitos correspondientes a los valores de cresta de dicha intensidad.

En estos centros se instalarán elementos del sistema de seguridad de la planta, así como los elementos del sistema de comunicaciones para monitorizar los datos de producción.

El cableado de media tensión será con cable Al HEPRZ1 H16 12/20 kV, con aislamiento dieléctrico seco y su distribución será enterrado directamente en el terreno.

21.1.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL.

En la instalación objeto del presente proyecto existen un Centro de Transformación, Protección, Control y Medida con las siguientes características.

- Envolvente monobloque de hormigón tipo caseta de instalación en superficie y maniobra interior PFU-7/24kV, de dimensiones exteriores 8.080 mm de largo por 2.380 mm de fondo por 2.780 mm de altura vista.
- 1 Celda modular de medida CGM.ZERO24-M o similar con aislamiento integral en aire natural industrial, sin gases fluorados. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Incluye interconexión de potencia con celdas contiguas y 3 transformadores de tensión y 3 transformadores de intensidad (verificados).
- Equipo Rectificador-cargador + batería, modelo ekorUCB
- 1 Celda modular de protección general con interruptor automático CGM.ZERO24-V o similar con aislamiento integral en aire natural industrial, sin gases fluorados, Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA, equipada con:
    - Interruptor automático de corte en vacío (cat. E2 s/IEC62271-100), con mando motor.
    - Interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra, con mando manual.
    - Relé de protección comunicable.
    - Indicador presencia tensión y sensores de intensidad.
- 1 Celda modular CGM.ZERO24-A, con función SSAA (para alimentación de Relés de protección) y con protección con ruptofusible equipada con interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión y fusibles limitadores
- 1 Celda modular de línea CGM.ZERO24-L o similar con corte y asilamiento integral en aire natural industrial, sin gases fluorados, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión.
- 1 Celda modular de línea CGM.ZERO24-L o similar con corte y asilamiento integral en aire natural industrial, sin gases fluorados, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA.

Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión. Celda prevista para futura instalación BESS (sistema de almacenamiento por baterías).

- Armarios contadores según normativa de Cía. Eléctrica, vacío cableado.
- Interconexión M.T. Borna/Cono (longitud máxima aproximada por fase, 9m).
- Transformador trifásico de potencia 4.200kVA – 20 kV/800V UNE Ecodiseño, de distribución 50 Hz para instalación interior o exterior, hermético de llenado integral, con termómetro con 2 contactos y maxímetro. Refrigeración natural en aceite mineral.
- 1 Cuadro de Baja tensión de agrupación de inversor, 800V, compuesto por:
    - 1 x Interruptor magnetotérmico 3.200A – 800V – 3P sin neutro.
    - 12 x Salidas con fusibles BTVC DT1 NH1
    - 36 x Fusibles NH1 250A 800V
    - 1 x Descargador de sobretensión
- Instalación interior. Que incluye:
    - Alumbrado interior.
    - Red de tierras interiores.
    - Elementos de seguridad (carteles, guantes, sujeción de elementos y banquillo).
    - Alumbrado de emergencia.
    - Instalación del circuito disparo por temperatura trafo.
    - Interconexión entre celda de medida y armario de contadores.
    - Interconexión entre trafo y cuadro de baja tensión

21.1.3 TRANSFORMADOR.

El Centro de Transformación, Protección, medida y control dispondrá de un transformador, de 4.200kVA.

Las características principales del transformador trifásico serán que la frecuencia del mismo es de 50 Hz, de instalación interior o exterior según IEC 60076-1, hermético de llenado integral, incluye termómetro con 2 contactos y maxímetro, dispondrá de refrigeración natural en aceite mineral (según IEC60296).

El transformador estará inmovilizado en al menos dos de sus apoyos mediante cuñas o similares. La máquina cumplirá lo que al respecto se expresa en la normativa vigente (UNE-20101, UNE-20138, ITC-RAT-07).

EL trasformador cumplirá con el REGLAMENTO (UE) No 548/2014 DE LA COMISIÓN de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.

21.1.4 PROTECCIONES

Según el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, el apartado 4.7 para Generadores conectados en redes de distribución indica que este apartado se aplicará a las instalaciones de producción de energía eléctrica que en virtud de su potencia nominal o de la tensión de la línea a la que se conecten no tengan una reglamentación específica en materia de seguridad y protección

El proyecto de ejecución de la planta fotovoltaica cumple con lo especificado en dicho apartado de ITC-RAT 09 con las siguientes protecciones instaladas y las cuales se detallan en el Anexo 3 de este proyecto:

a) Mínima tensión, con medida de la tensión entre fases o fase tierra, según los criterios de protección de la red a la que se conecte la instalación.
b) Máxima tensión, con medida de la tensión entre fases o fase tierra, según los criterios de protección de la red a la que se conecte la instalación.
c) Máxima tensión homopolar.
d) Máxima y mínima frecuencia.
e) Sobreintensidad de fase y neutro, tanto temporizada como instantánea.
f) Protección anti-isla.

21.2 MEDIDA.

Los equipos de medida estarán alojados en un armario homologado destinado a ese uso y a albergar las protecciones necesarias. La Medida se ubicará en Centro de Transformación, Protección, Medida y Control (CTPMC)

Los equipos de medidas, armarios y celdas cumplirán con lo siguiente:

- Los contadores registradores serán acordes al RPM e ITC vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.
- El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).
- Los secundarios de medida de los transformadores de medida serán de uso exclusivo para la medida de los consumos y tránsito de energía (liquidación) en el punto frontera.
- Los transformadores de medida serán del tipo inductivo, se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación, cambio de relación o sustitución ante avería.
- La carga de los transformadores de tensión es conveniente que se aproxime a su potencia nominal. En ningún caso la carga simultánea de los transformadores de tensión estará por debajo del 50 % de su potencia nominal, ni el factor de potencia (cos Fi) será inferior a 0,8. Cuando existan otros devanados secundarios no dedicados a medida, los protocolos de los transformadores de tensión deberán incluir los ensayos que justifiquen que la precisión de la medida es adecuada para el rango de cargas instalado.
- Los protocolos de los transformadores de medida se entregarán al responsable de medida de I-DE DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U. de la zona e incluirán la carga simultánea de todos sus devanados, de medida y para otros fines.
- Los transformadores de medida de intensidad serán de gama extendida (S). Se recomienda que sean de doble relación, tales que la intensidad correspondiente a la potencia contratada se encuentre entre el 45 % de la intensidad nominal (o 20% para transformadores de clase S) y la intensidad máxima de precisión del transformador. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm^2 de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA o que no pueda superar el 75% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad (ambos criterios son válidos).

- Los cables de interconexión entre los transformadores y el armario de medida serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada. Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los t/i y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos. Serán preferentemente del tipo manguera con dos conductores por fase, o con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y seis (6) conductores, o cuatro (4) conductores (ver anexo A) para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión será de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm^2.
- Los armarios de medida serán los normalizados por I-DE DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U. de dimensiones mínimas 750mm x 750mm x 300mm y 750mm x 500mm x 300mm según corresponda por el tipo de instalación. Dispondrán de un dispositivo de verificación por cada contador tipo bloque de prueba de, al menos seis polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de, al menos cuatro polos para el circuito de tensiones o regletero – bornero seccionable equivalente de al menos diez polos que englobe circuito de intensidad y tensión, tal que permita la manipulación en los contadores sin necesidad de interrumpir el suministro.
- El armario se colocará a una altura del suelo entre 70 y 180 cm. Deberá existir una distancia no inferior de 100 cm (pasillo de maniobra) desde la puerta del armario a las celdas de medida.
- Se cumplirán los requisitos de precintabilidad de todos los elementos de medida que lo requieran
- Todos los puntos de suministros clasificados como Tipos 1 y 2 dispondrán de telelectura desde el Concentrador Secundario al que se conecte.
- Contarán con una toma de corriente de 230 V de corriente alterna con toma de tierra a menos de 10 metros de distancia de los contadores.
- La medida será siempre accesible y el responsable del punto de medida deberá de garantizar el libre acceso al mismo, según lo dictado en el Art 12 punto D del RD 1110/2007.

Contadores-registrador.

El sistema de medida empleado será de cuatro hilos. Los equipos tendrán que utilizar el protocolo de comunicaciones IEC 870.5.102 modificado y homologado por Red Eléctrica.

Equipos Tipo	Contador Activa	Contador Reactiva
2	≤ 0,5 S	≤ 1

El contador registrador a utilizar estará homologado, o dispondrá de autorización de uso y dispondrá de la pegatina de verificación primitiva o verificación en origen del laboratorio con competencia, o en su defecto, la etiqueta de verificación por parte de Industria correspondiente a cada territorio o del órgano competente autorizado.

El punto de medida (Tipo 2) dispondrá de comunicaciones exclusivas, es decir, dispondrá de módem GSM.

Transformador de Tensión.
Como norma general y para Vn ≤ 36 kV, los transformadores de tensión serán de aislamiento seco a base de resinas sintéticas y cumplirán las normas indicadas.

Características:

Tensión nominal de Red (V)	Tensión primaria del t\t.	Tensión más elevada en kV	Tensión secundaria del t\t	Potencia del t\t en VA	Clase de Precisión Medida
20.000	22000: √3	24	110: √3	10	0,2

Transformadores de Intensidad.
La carga máxima del secundario dedicado a medida fiscal estará comprendida entre el 25% y el 100% de la carga de precisión.

Como norma general, para Vn ≤ 36 kV, los transformadores serán de aislamiento seco.

Características:

Tensión nominal de Red (V)	Tensión primaria del t\t.	Tensión más elevada en kV	Intensidad secundaria nominal (A)	Clase de Precisión			Potencia de Precisión (VA)		
				Medida		Protección	Medida		Protección
20.000	22000: √3	24	5-5-5	0,2S	0,5	5P20	10	15	15

Esta medida tendrá acceso libre, directo y permanente según lo dictado en el Art 12 punto D del RD 1110/2007 desde un camino de nueva construcción, que cruza la parcela donde se ubica la planta con R.C. 28148A015000070000BD y que conecta con el camino público Torrejón Meco con R.C. 28148A003090010000BU y R.C. 28148A015090010000BR por el cual se accede al CTPMC de la planta

accediendo a ella por una puerta independiente al acceso desde la planta y con separación física entre la medida y los elementos de la planta como transformador y cuadro de baja tensión.

21.3 LÍNEA DE EVACUACIÓN Y EXTENSIÓN DE MEDIA TENSIÓN

Las líneas de evacuación y extensión comprenderán la instalación de conducción eléctrica aéreo-subterránea a 20 kV que conducirá la energía generada desde la planta solar hasta la red de distribución existente.

Se define como **línea de evacuación** la línea eléctrica de media tensión que conecta la planta con la infraestructura eléctrica que se cede a la compañía distribuidora. Es decir, desde la Planta FV hasta el OCR a instalar en nuevo apoyo aéreo-subterráneo propiedad de cliente.

Se define como **línea de interconexión** la línea eléctrica de media tensión que se cede a la compañía distribuidora y que conecta la infraestructura cedida a su red de distribución, es decir desde el OCR a instalar en nuevo apoyo aéreo-subterráneo propiedad de cliente hasta el Punto de Conexión concedido, esta línea será aérea y se tratará en el proyecto de Interconexión.

Las características técnicas del punto de conexión de toda la planta fotovoltaica a la red de distribución de I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. serán las definidas a continuación:

- Tensión nominal máxima y mínima de la red: 20.000 ± 7%V
- Intensidad de cortocircuito: 12,5 kA
- Descripción del Punto de Conexión Propuesto: CONEXION EN LAMT L385615 ENTRE APOYO 34 Y APOYO 37
- Coordenadas UTM del Punto de Conexión: X= 460670 Y= 4480289

La línea de evacuación se ha propuesto de tipo subterránea teniendo en cuenta el DECRETO 131/1997, DE 16 DE OCTUBRE (COMUNIDAD DE MADRID) POR EL QUE SE FIJAN LOS REQUISITOS QUE HAN DE CUMPLIR LAS ACTUACIONES URBANÍSTICAS EN RELACIÓN CON LAS INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS. (10/6/01), el cual indica los siguientes artículos, entre otros:

- *Artículo 1*
  Para la aprobación de toda nueva actuación de desarrollo urbanístico será requisito indispensable que las redes de alta y baja tensión de la infraestructura eléctrica proyectada para el suministro de dicha actuación, contemple su realización en subterráneo, dentro del documento de aprobación y en el curso de la ejecución de la urbanización, salvo que discurran por los pasillos eléctricos definidos en el plan de actuación.
- *Artículo 4*

Las líneas aéreas existentes que no se encuentren en la red de pasillos existentes o de nueva creación, se irán trasladando a dichos pasillos o se pasarán a subterráneas, siguiendo un plan de etapas a establecer por las Administraciones competentes, oídos los titulares de las líneas.

Línea de evacuación. Conecta el Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC) con el OCR a instalar en nuevo apoyo aéreo-subterráneo. El tramo tiene una **longitud total de 96 metros** aproximadamente. Las longitudes y la identificación de las parcelas se encuentran detallados en el punto RBDA de esta memoria.
La línea subterránea estará canalizada en una zanja de 1 m de profundidad y 0,40 m de ancho que será recubierta de arena y tierra de la excavación.

Línea de Extensión aérea. La conexión con la línea de distribución se realizará en aéreo, mediante un vano destensado (vano flojo) desde el OCR a instalar en nuevo apoyo aéreo-subterráneo hasta el Punto de Conexión entre el apoyo 34 y el plano 37 de la línea LAMT L385615 de 20kV, mediante la instalación de un OCR en el nuevo apoyo propiedad de cliente. El tramo de línea aérea, tendrá una **longitud total de 20 metros** aproximadamente. Esta Línea se describe en el proyecto de ejecución administrativo de infraestructura de conexión a red de la planta PF CASABLANCA.

CABLEADO.

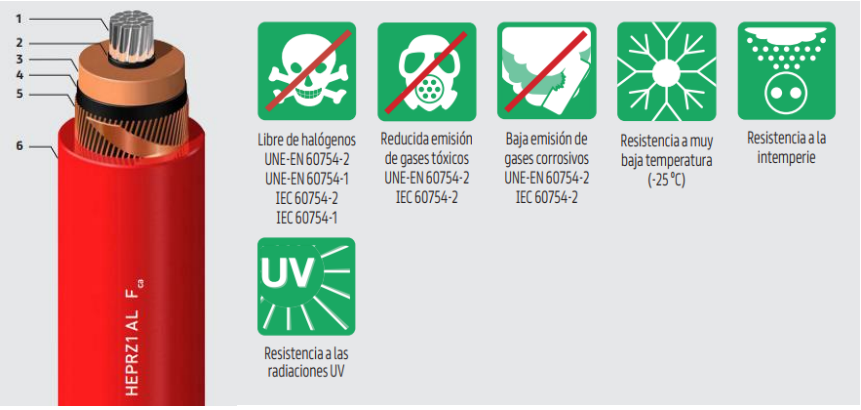
Los cables a suministrar para la línea de evacuación deberán ser adecuados para instalarse enterrados bajo tubo, también podrán ser instalados directamente enterrados de acuerdo con la normativa aplicable. El cable diseñado será el siguiente:

- Línea de evacuación: **HEPRZ1 AL 12/20 kV de sección 3 x (1 x 150) mm^2**

Y presentará las siguientes características.

PARÁMETRO	VALOR
DENOMINACIÓN	HEPRZ1 AL 12/20 kV
TENSIÓN DE ASILAMIENTO	12/20 (24) kV
NORMAS CONSTRUCCIÓN NORMAS	I-DE DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U. NI 56.43.01 UNE-HD 620-9E
NORMAS REACCIÓN AL FUEGO	UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1 UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
CLASIFICACIÓN CPR	Fca
CONDUCTOR	Aluminio de clase 2 según UNE-EN 60228.
PANTALLA SOBRE CONDUCTOR	Semiconductor extruido
AISLAMIENTO	Etileno-propileno de alto módulo 105 ºC (HEPR).
PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO	Semiconductor extruido separable en frío.
PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA	Obturación longitudinal con cinta hinchante.
PANTALLA METÁLICA	Hilos de cobre con cinta a contraespira

CUBIERTA EXTERIOR	Polietileno (PE) tipo DMZ1.
TEMPERATURA MÁXIMA / MÍNIMA TRABAJO	+105 ºC / -25ºC
VIDA ESTIMADA 2	25 años
SECCIÓN DEL CABLE	Según documento BOM
CANTIDAD	Según documento BOM



21.4 NUEVO APOYO

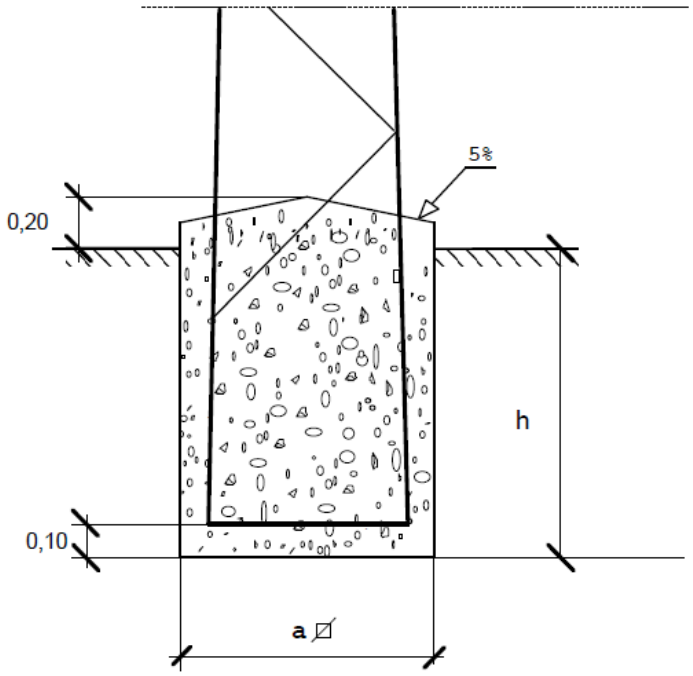
La Conexión con la línea de distribución se realizará en aéreo a través de un apoyo a calcular e instalar por I-DE (no objeto de este proyecto). Esta interconexión, se hará mediante **la instalación de un OCR** (no objeto de este proyecto) en un nuevo apoyo aéreo-subterráneo a instalar propiedad de cliente, con un vano flojo (no objeto de este proyecto) entre este nuevo apoyo que soporta el OCR (no objeto de este proyecto) y el apoyo a instalar bajo hilos (no objeto de este proyecto y calculado y ejecutado por i-DE) en red de distribución, de nueva construcción no modificándose la línea aérea existente.

APOYO PRIVADO

El enlace con la línea de distribución se realizará en aéreo, mediante un vano destensado (vano flojo) no objeto de este proyecto. Para ello el entronque aéreo-subterráneo de la línea se realizará en un apoyo privado, que se instalará a 20 metros del apoyo de la línea de distribución. Este apoyo tendrá, al menos las siguientes características:

- Apoyo metálico de celosía C4500-14E según norma NI 52.10.01.
- Cruceta recta RC2-S para líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV, según NI 52.31.02
- Órgano de Corte en Red Telemandado (OCR) (no objeto de este proyecto).
- 3 pararrayos según norma NI 75.30.02.

La cimentación y puesta a tierra del nuevo apoyo para paso subterráneo – aéreo se realizará según Norma NI 52.10.01:



Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos

APOYO	CIMENTACION			
Designación i-DE	a ⊠ m	h m	Vol. excav. m^3	Vol. horm. m^3
C1000- 12E	1,00	1,99	1,99	2,14
C1000- 14E	1,08	2,06	2,41	2,58
C1000- 16E	1,15	2,13	2,82	3,01
C1000- 18E	1,23	2,20	3,33	3,55
C1000- 20E	1,30	2,26	3,82	4,07
C1000- 22E	1,39	2,32	4,47	4,76
C2000- 12E	1,00	2,30	2,30	2,44
C2000- 14E	1,08	2,37	2,76	2,93
C2000- 16E	1,15	2,43	3,22	3,41
C2000- 18E	1,24	2,48	3,82	4,04
C2000- 20E	1,31	2,54	4,36	4,61
C2000- 22E	1,39	2,59	5,01	5,30
C3000- 12E	1,00	2,51	2,51	2,66
C3000- 14E	1,09	2,58	3,06	3,23
C3000- 16E	1,16	2,64	3,56	3,75
C3000- 18E	1,25	2,69	4,21	4,44
C3000- 20E	1,32	2,75	4,79	5,05
C3000- 22E	1,41	2,79	5,55	5,85

APOYO	CIMENTACION			
Designación i-DE	a ⊠ m	h m	Vol. excav. m^3	Vol. horm. m^3
C4500- 12E	1,01	2,75	2,81	2,96
C4500- 14E	1,10	2,82	3,41	3,59
C4500- 16E	1,17	2,89	3,96	4,15
C4500- 18E	1,26	2,94	4,66	4,89
C4500- 20E	1,33	2,99	5,30	5,56
C4500- 22E	1,43	3,03	6,20	6,50
C7000- 12E	1,35	2,84	5,18	5,45
C7000- 14E	1,53	2,87	6,73	7,08
C7000- 16E	1,69	2,91	8,32	8,75
C7000- 18E	1,88	2,93	10,35	10,89
C7000- 20E	2,04	2,96	12,32	12,96
C7000- 22E	2,22	2,98	14,68	15,44
C7000- 24E	2,38	3,00	17,01	17,89
C7000- 26E	2,56	3,02	19,79	20,82
C9000- 12E	1,35	3,02	5,50	5,77
C9000- 14E	1,53	3,06	7,15	7,50
C9000- 16E	1,69	3,09	8,83	9,26
C9000- 18E	1,88	3,11	10,99	11,53
C9000- 20E	2,04	3,14	13,07	13,71
C9000- 22E	2,22	3,16	15,56	16,32
C9000- 24E	2,38	3,18	18,04	18,92
C9000- 26E	2,56	3,20	20,97	22,00

El diseño de la puesta a tierra de los apoyos se seguirá lo indicado en el apartado 7 de la ITC-LAT 07:

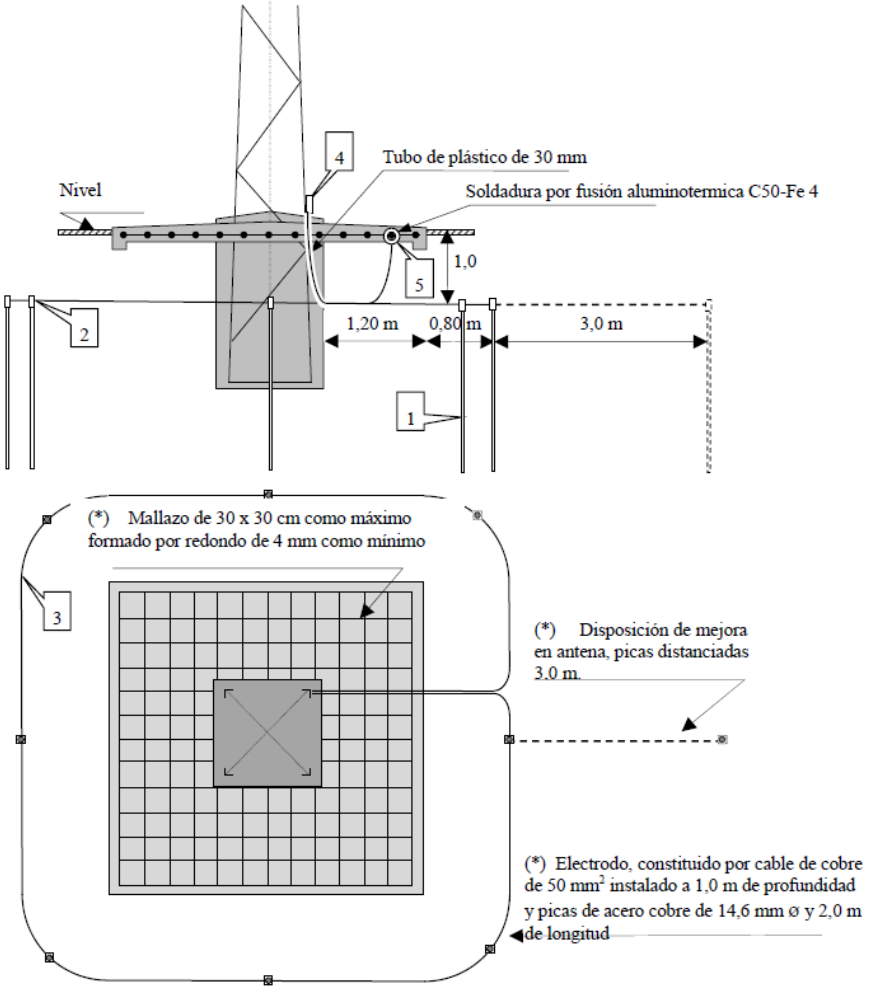
Apoyos frecuentados con calzado.

Con objeto de evitar tensiones de contacto se empleará una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de la cimentación del apoyo. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallado electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de, al menos, 0,1 m. Este mallado se conectará a un punto a la puesta a tierra de protección del apoyo.

La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1 m. como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm2 de sección, enterrado como mínimo a 0,5 m de profundidad, al que se conectarán en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro. En todo caso la resistencia de puesta a tierra presentada por el electrodo, en ningún caso debe ser superior a 50 Ω. Si no es posible alcanzar este valor, mediante la configuración tipo, y hasta conseguir los 50 Ω, se añadirá, a dicha configuración, picas en hilera, de igual longitud, separadas 3 m entre sí.

PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA

Zona frecuentada (F) de pública concurrencia (PC) y apoyos de maniobra (AM)



(*) Ver MT 2.22.05

Nota: En caso de llevar conductor de puesta a tierra visible, bajará grapado al apoyo, será de aluminio acero y de una sección no inferior a 100 mm², al objeto de evitar los robos que se producen con conductores de cobre, sustituyéndose la grapa de la marca 4 por una doble paralela bimetálica.

Marca	Designación	Denominación	Código	Documento
1	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud	50 26 164	NI 50.26.01
2	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable CU	58 26 631	NI 58.26.03
3	C 50	Cable de cobre de 50 mm2	54 10 050	NI 54.10.01
4	GCP/C16	Grapa de conexión paralela para cable de CU	58 26 035	NI 58.26.04
5	S/n	Soldadura por fusión aluminotermica C 50 con redondo de tetracero de 4 mm de Ø.		
6	DCP 50c/50c	Conector por cuña a presión para conductor de cobre de 50/50 mm²	58 21 510	NI 58.21.01

APOYO ENTRONQUE

Además del apoyo privado descrito anteriormente será necesario la instalación de un nuevo apoyo bajo hilos calculado y ejecutado por i-DE, dotándolo de todo lo necesario para realizar la función de derivación simple. De acuerdo con la normativa vigente, los trabajos relacionados en este apartado serán costeados por el Solicitante, y ejecutados por i-DE, en su condición de propietaria de las instalaciones de distribución eléctrica y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro.

Según indicaciones de i-DE este apoyo tendrá las siguientes características:

- Apoyo metálico de celosía C4500-14E según norma NI 52.10.01.
- Cruceta recta RC2-S para líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV, según NI 52.31.02
- Amarre.

Este apoyo se encuentra definido en el proyecto de ejecución administrativo de infraestructura de conexión a red de la planta PF CASABLANCA.

22 PUNTO DE CONEXIÓN A RED.

La conexión de toda la planta fotovoltaica a la red de distribución de I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. se realizará a través de una línea aérea de 20 kV existente.

La conexión de toda la planta fotovoltaica a la red de distribución de I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. se realizará a través de una línea existente aérea de 20kV. El Punto de Conexión dado por la Compañía será en la LAMT L385615 entre Apoyo 34 y Apoyo 37 con coordenadas UTM: X= 460670; Y= 4480289.

La interconexión de la planta se realizará entre el apoyo 36 y el plano 37 de la línea LAMT L385615 mediante un nuevo apoyo a instalar bajo hilos (no objeto de este proyecto y ejecutado por i-DE). Para la conexión con este nuevo apoyo mediante un vano flojo (no objeto de este proyecto), se instalará un nuevo apoyo aéreo-subterráneo propiedad de cliente sobre el que se instalará un OCR (no objeto de este proyecto).

El punto de conexión tiene afección sobre el nudo de transporte **ARDOZ NUEVA (220 kV)**.

Para la interconexión de la planta con la línea de distribución, se instalará un apoyo de paso aéreo-subterráneo, según normativa I-DE DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U. que conectará la línea de evacuación de la planta con la línea de distribución de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. (IBERDROLA), según esquemas unifilares del proyecto.

En las mencionadas condiciones técnicas de conexión se indica la infraestructura eléctrica de interconexión necesaria, así como qué parte de esa infraestructura será de futura cesión a la compañía eléctrica y qué parte quedará en propiedad de la empresa promotora.

Los elementos de interconexión serán acordes con la normativa vigente I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. (IBERDROLA) y están basados en las condiciones técnicas propuestas por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. (IBERDROLA) para la obtención del punto de conexión. Estas condiciones son:

i-DE Grupo IBERDROLA

I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con sede social en Avenida San Adrián, 48 - 48003 BILBAO. Inscrita en el Registro Mercantil de Vizcaya al Tomo 3863, Libro 0, Folio 179, Sección 8, Hoja BI-27057, Inscripción 1ª - CIF A-95075578

KUNTUR INVESTMENTS, SL
Avda BRUSELAS, 31
28108 ALCOBENDAS (MADRID)

Referencia: 9043428996
Asunto: Permiso de Acceso y Conexión

12 de Julio de 2024

Estimados clientes,

Le comunicamos que una vez cumplidos los requisitos establecidos por la normativa vigente, emitimos, para la instalación que se detalla a continuación, los **PERMISOS DE ACCESO Y CONEXIÓN:**

Referencia: 9043428996 CUPS: ES0021000043325414SN
Titular del Permiso: KUNTUR INVESTMENTS, SL
Capacidad de acceso concedida: 3500 kW
Tensión de conexión: 20.000 V
Situación: Poli QUINCE, PARCELA 7 TORREJON DE ARDOZ - MADRID
Potencia instalada: 3500 kW
Tecnología de Generación: Fotovoltaica

Centro Geométrico de la Planta:
Las coordenadas del centro geométrico de la planta generadora, a efectos de lo dispuesto en disposición adicional decimocuarta y en el anexo II del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre son las siguientes (formato ETRS89 H30):

X: 460839 Y: 4480477

Fecha de emisión del Permiso de Acceso y Conexión: 15.03.2024

Las condiciones técnicas y económicas correspondientes a los permisos de acceso y conexión emitidos son las ya informadas para esta instalación con fecha 08.07.2024, aceptadas por Vd. con fecha 10.07.2024.

En el momento de emisión de este permiso, las garantías económicas constituidas ante la administración correspondiente son las presentadas en el día 26.12.2023 por un importe de 140.000,00 €.

La fecha de emisión de estos permisos es la que determinará el inicio del cómputo de los plazos para el cumplimiento de las obligaciones contempladas en el RD 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Aprovechamos la ocasión para saludarle atentamente,

Isabel Navalón
Jefe Distribución Zona de Madrid Norte-Capital

i-DE Grupo IBERDROLA

9043428996610307428108

KUNTUR INVESTMENTS, SL
Avda BRUSELAS, 31
28108 ALCOBENDAS (MADRID)

Referencia: 9043428996

Fecha: 03-07-2024

Asunto: Solicitud de permisos de acceso y conexión para Productor / Generador
Titular de la instalación: KUNTUR INVESTMENTS, SL
CIF: B13651484
Localización: QUINCE 7 TORREJON DE ARDOZ (MADRID)
CUPS: ES0021000043325414SN

Capacidad de acceso solicitada: 3500 kW
Capacidad de acceso propuesta: 3500 kW

Tecnología: Fotovoltaica

Identificación de las garantías económicas:
Fecha/hora resguardo depósito garantía económica: 26-12-2023
Importe de la garantía económica presentada: 140.000 €

Estimados clientes:

Le adjuntamos la propuesta previa para la atención de su solicitud de acceso y conexión arriba referenciada, que incluye la siguiente documentación:

- **Pliego de Condiciones Técnicas**, en el que se describen las instalaciones, trabajos y demás condiciones técnicas necesarias para poder atender su solicitud y que incluye los siguientes documentos:
  - **Planos** de la zona, en los que se indica el punto de conexión y el trazado de la infraestructura eléctrica necesaria.
  - **Anexos de especificaciones técnico-administrativas,** en el que se detallan las condiciones para la realización de la infraestructura eléctrica.
  - **Anexo de especificaciones técnicas de medida en AT.**
  - **Especificaciones técnicas para la ejecución del proyecto.** https://www.i-de.es/geafr/CCTT_PROD

- **Presupuesto de las instalaciones y trabajos** descritos en el Pliego de Condiciones Técnicas.
- **Documento/s de conformidad y aceptación de la propuesta previa.**

El plazo de validez de esta propuesta es de 30 días a partir de la fecha indicada en este escrito. Transcurrido dicho plazo sin haber recibido su aceptación será necesario realizar una nueva solicitud.

Para continuar con la tramitación de su solicitud, deberán remitirnos el documento de conformidad y aceptación de la propuesta previa debidamente cumplimentado y firmado a través de nuestra Plataforma GEA de gestión de solicitudes de acceso y conexión (https://www.i-de.es/geafr)

En caso de precisar más información, le recordamos que puede ponerse en contacto con nosotros a través de la Plataforma GEA usando el módulo de conversaciones o en el teléfono gratuito 900171171.

Atentamente.

I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con sede social en Avenida San Adrián, 48 - 48003 BILBAO. Inscrita en el Registro Mercantil de Vizcaya al Tomo 3863, Libro 0, Folio 179, Sección 8, Hoja BI-27057, Inscripción 1ª - CIF A-95075578

Isabel Navalón
Jefe Distribución Zona de Madrid Norte-Capital

I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con sede social en Avenida San Adrián, 48 - 48003 BILBAO. Inscrita en el Registro Mercantil de Vizcaya al Tomo 3863, Libro 0, Folio 179, Sección 8, Hoja BI-27057, Inscripción 1ª - CIF A-95075578

I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con sede social en Avenida San Adrián, 48 - 48003 BILBAO. Inscrita en el Registro Mercantil de Vizcaya al Tomo 3863, Libro 0, Folio 179, Sección 8, Hoja BI-27057, Inscripción 1ª - CIF A-95075578

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Referencia: 9043428996 CUPS: ES0021000043325414SN Fecha: 03-07-2024

CARACTERÍSTICAS DE LA SOLICITUD DE ACCESO Y CONEXION:

Capacidad de acceso Solicitada: 3500 kW	Tensión de conexión Solicitada: 20.000 V
Capacidad de acceso Propuesta: 3500 kW	Tensión de conexión Propuesta: 20.000 V

PUNTO DE CONEXIÓN PROPUESTO:

La conexión se realizará en 20.000 V, según lo señalado en el plano adjunto.

Las características técnicas del punto de conexión serán las definidas a continuación:

- Tensión nominal máxima y mínima de la red: 20.000 ± 7%V.
- Intensidad de cortocircuito: 12,5 kA
- Descripción del Punto de Conexión Propuesto: CONEXION EN LAMT L385615 ENTRE APOYO 34 Y APOYO 37
- Coordenadas UTM del Punto de Conexión: X= 460670 Y= 4480289

Códigos de red europeos:

La instalación deberá cumplir con los Códigos de Red de Conexión de Generadores (Reglamento UE/2016/631) y lo dispuesto en el Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas y la Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.

Los Gestores de la Red de Transporte y Distribución han publicado la Norma Técnica de Supervisión de la Conformidad de los módulos de generación de electricidad (NTS), en virtud de la cual, los titulares de los Módulos de Generación de Electricidad (MGE) conectados a la red de distribución pueden acreditar el cumplimiento de los requisitos técnicos que le son de aplicación para solicitar la Notificación Operacional Definitiva (Anexo IV.C del Real Decreto 647/2020) necesaria para la puesta en servicio de la instalación.

Para más información acerca de esta normativa y su aplicación pueden consultar el siguiente enlace https://www.i-de.es/distribucion-electrica/legislacion-electricidad/codigos-de-red

Le comunicamos que, a efectos de Códigos de Red, la significatividad de sus módulos de generación de electricidad es B.

CRITERIOS GENERALES

Por su distinta naturaleza, los trabajos a realizar se han clasificado en dos partidas diferenciadas:

1. Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones. De acuerdo con la normativa vigente, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad de suministro, estos trabajos deben ser realizados obligatoriamente por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.
2. Trabajos necesarios para la conexión de la instalación de generación hasta el punto de conexión con la red de distribución. Estos trabajos serán ejecutados por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada contratada por usted.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Referencia: 9043428996 CUPS: ES0021000043325414SN Fecha: 03-07-2024

DETALLE DE TRABAJOS A REALIZAR:

A continuación, se concretan y detallan, según la clasificación antes indicada, los trabajos e instalaciones necesarios para atender su solicitud.

1. Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución:

	CANTIDAD
Conexión y Entronque	
LAMT CR ALCOTAN (Importe repercutible)	
Trabajos de refuerzo, adecuación o reforma de instalaciones	
LAMT CR ALCOTAN	
Nuevos Apoyos	1UD
Nuevos Elementos MP	1UD

I-DE ejecutara construccion nuevo apoyo bajo hilos, este soporta seccionadores para alimentar derivacion particular.

2. Trabajos necesarios para la conexión de la instalación de generación con la red de distribución:

La obra de extensión será ejecutada por una empresa instaladora legalmente autorizada, según se describe a continuación

Instalación OCR en nuevo apoyo en propiedad de cliente.Vano flojo entre este nuevo apoyo que soporta OCR(a ceder i-DE) y apoyo a instalar bajo hilos(ejecuta i-DE) en red de distribución.

I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con sede social en Avenida San Adrián, 48 - 48003 BILBAO. Inscrita en el Registro Mercantil de Vizcaya al Tomo 3863, Libro 0, Folio 179, Sección 8, Hoja BI-27057, Inscripción 1ª - CIF A-95075578

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Referencia: 9043428996 CUPS: ES0021000043325414SN Fecha: 03-07-2024

PROPIEDAD DE LAS INSTALACIONES:

Las nuevas instalaciones desde la red de distribución hasta el punto de conexión que vayan a ser utilizadas por más de un consumidor y/o generador, excepto si pueden ser consideradas infraestructuras compartidas de evacuación, y sean realizadas directamente por el solicitante, habrán de ser cedidas a I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., libres de cargas y gravámenes, quien se responsabilizará desde ese momento de su operación y mantenimiento.

OBSERVACIONES:

Para la realización de estos trabajos, deberán cumplirse las Condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias, las Especificaciones Técnico Administrativas adjuntas y los Manuales Técnicos de Distribución aprobados por la Administración competente.

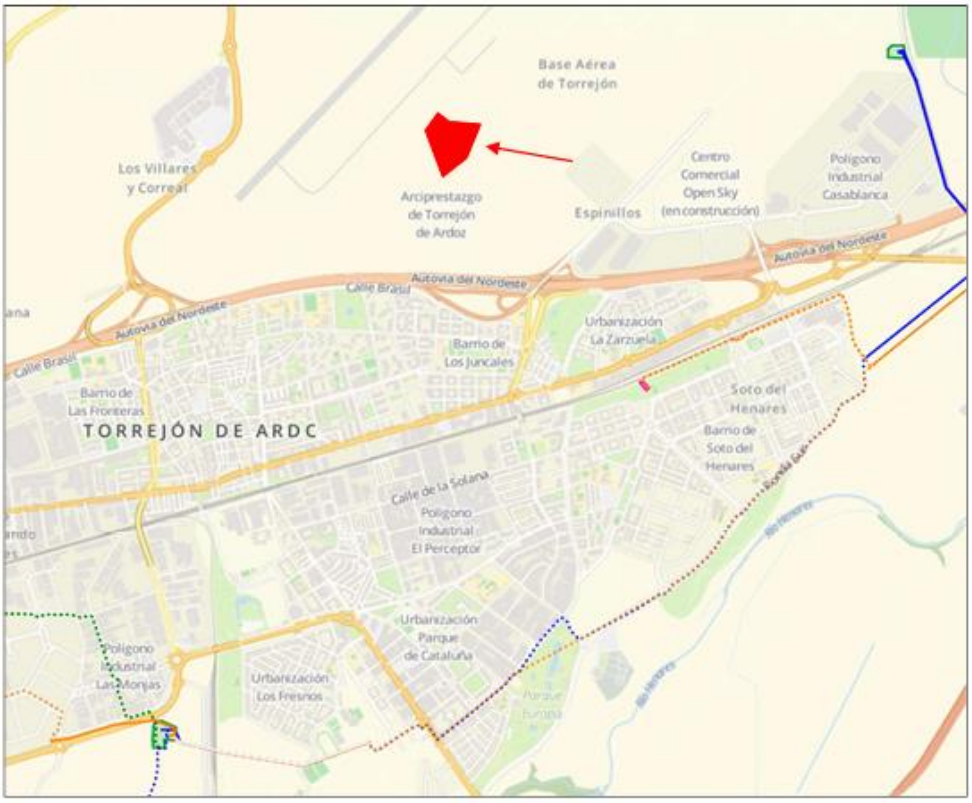
El proyecto debera recoger también el nuevo apoyo bajo hilos ejecutado por i-DE. El OCR a construir por cliente particular quedara en propiedad i-DE por lo que se debera formalizar un convenio de cesión con el vano flojo desde el apoyo i-DE y el propio OCR.

I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con sede social en Avenida San Adrián, 48 - 48003 BILBAO. Inscrita en el Registro Mercantil de Vizcaya al Tomo 3863, Libro 0, Folio 179, Sección 8, Hoja BI-27057, Inscripción 1ª - CIF A-95075578

i-DE Grupo IBERDROLA

EXP-28-9043428996

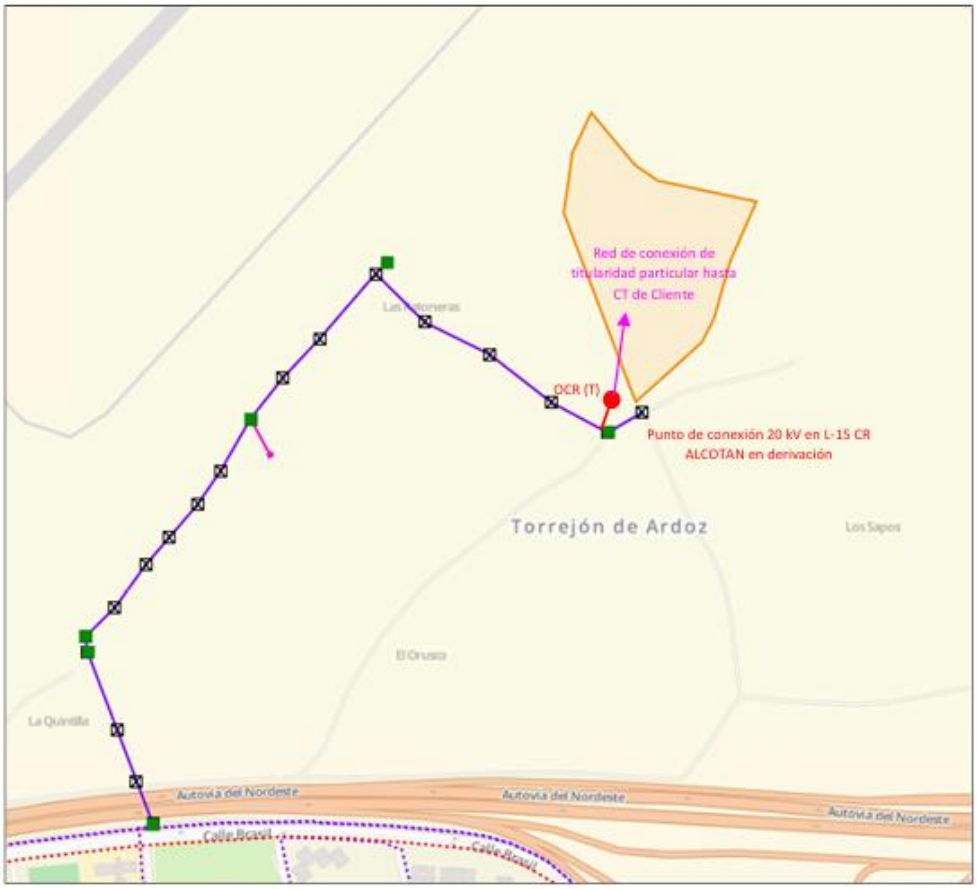
9.1 Plano de situación



i-DE Grupo IBERDROLA

EXP-28-9043428996

9.2 Desarrollo eléctrico – Cartográfico

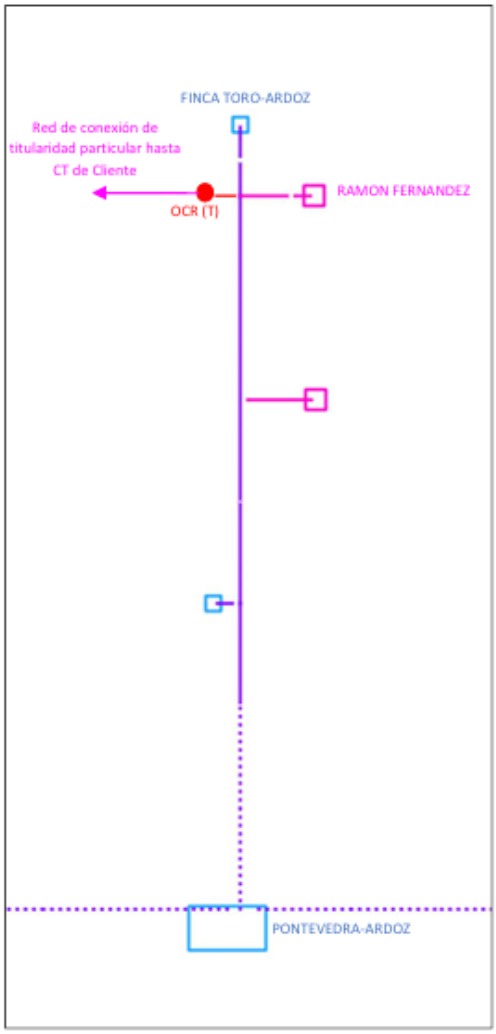


i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia. t. 5217; f.76; h.: BI-27057; inscr.249, CIF A-95075578

i-DE Grupo IBERDROLA

EXP-28-9043428996

9.3 Desarrollo eléctrico – Esquemático



i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. Domicilio social: Bilbao, Av. San Adrián, 48. Reg.Merc. de Bizkaia. t. 5217; f.76; h.: BI-27057; inscr.249, CIF A-95075578

23 OBRA CIVIL

La obra civil que se proyecta, comprende las siguientes infraestructuras:

- Acondicionamiento del terreno
- Accesos y viales interiores
- Zanjas para cables
- Centros de Transformación (cimentación)
- Vallado perimetral
- Sistema de vigilancia

23.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del proyecto.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y capa de tierra vegetal existen y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra. La profundidad media de desbroce será de 10 cm. Se acometerá el desbroce en las zonas de edificios, centros de transformación y viales, salvo que el Ingeniero Director ordene otra cosa por escrito.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular.

23.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se entiende por Movimiento de Tierras al conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones puede realizarse en forma manual o en forma mecánica. Por la necesidad de instalación de la estructura soporte de paneles y por la orografía del terreno, será necesario realizar puntuales movimientos de tierras para adecuar dicho terreno a las condiciones de instalación

El movimiento de tierras se realizará por medios mecánicos y consistirá en realizar desmonte y terraplenes para realizar una nivelación del terreno en aquellas zonas que sean necesarias.

Desmonte
El desmonte es el movimiento de todas las tierras que se encuentran por encima de la rasante del plano de arranque de la edificación.

Terraplenado
El terraplenado se realiza cuando el terreno se encuentra por debajo del plano de arranque del edificio y es necesario llevarlo al mismo nivel.

A modo de referencia, y para valorar la cantidad de movimiento de tierras propuesta, se pone en valor que el volumen de tierra movido divido de la superficie útil de la planta es igual a 0,046m. Es decir, el movimiento resultante sería similar si se moviera 4,6 cm de tierra de relleno en el total de la superficie ocupada.

EL material sobrante podrá ser utilizado para otras actividades en el proyecto, podrá extenderse en otras zonas o llevarse a un vertedero autorizado.

El cálculo actual de movimiento de tierras deberá ser calculado de nuevo antes de la construcción del proyecto con la estructura final que se decida instalar, y aprobado por el Director de Obra.

23.3 ACCESOS Y VIALES INTERNOS

El acceso principal a la planta se realizará a través de un camino de nueva construcción, que cruza la parcela donde se ubica la planta con R.C. 28148A015000070000BD, al cual se accede desde el camino público Torrejón Meco con R.C. 28148A003090010000BU.

En los viales se construirá una cuneta de sección transversal no revestida que desaguará hacia las líneas de drenaje natural, para evitar la circulación de aguas sobre el firme de los caminos de la planta y captar la escorrentía del terreno.

El acceso a la planta se realizará mediante un acceso privado de nueva construcción donde se ubicará la entrada al recinto de la instalación fotovoltaica, el Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC) dispondrá de una acera perimetral.

Se procederá a su ejecución minimizando al máximo los movimientos de tierras y la topografía natural del terreno.

La sección de viales estará compuesta por las siguientes capas:

- Retirada de capa superficial de tierra vegetal.
- Terreno natural retirando la capa de raíces.
- Compactación del terreno resultante natural.
- Firme: 10 cm de grava compactada al 90-95% PN. Granulometría 40/80mm

A modo resumen, los datos totales de viales/plataformas de zahorra de la planta son los siguientes:

RESUMEN MATERIAL VIALES	
Área total	180 m^2
Volumen tierra vegetal	36 m^3
Volumen grava compactada	18 m^3

Estás secciones junto con sus detalles se pueden ver en el plano *1105-CV-DRW-RNX-00-OBRA CIVIL* y *1131-CV-DRW-RNX-00-CIMENTACION CTPMC*.

23.4 ZANJAS PARA CABLES

El tipo de canalizaciones a realizar para el tendido de las líneas de MT en el interior de la PFV, caracterizadas por una anchura y profundidad, se ajustará a lo recogido por el reglamento eléctrico correspondiente.

Se instalarán enterrados en zanjas los cables de baja tensión, los cables de media tensión y de comunicaciones.

El cableado que sale de los inversores será enterrado y dirigido al Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC). De igual forma será enterrado desde el CTPMC hacia el punto de conexión, mediante zanjas.

El tipo de instalación será como sigue:

BT (Instalaciones internas de la PFV):

- Bajo tubo para comunicaciones y desde los strings, que vayan bajo tierra a los inversores.
- Directamente enterrada desde los inversores al Centros de Transformación.

MT (20 kV):

- Enterrada bajo tubo en el interior de la instalación de las PFVs. En cruces con viales internos deberá ir hormigonada bajo tubo.
- Enterrada bajo tubo fuera del recinto vallado y hormigonada bajo tubo en los tramos que sea necesario debido a cruces y paralelismos con pasos y caminos y según normativa.
- Se tomará en cuenta lo descrito en las instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
    - La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.
    - Tendido del cable se haga por medios mecánicos.
    - Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra.
    - Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.
    - Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T.
    - Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización

Las diferentes dimensiones, secciones y tipos de zanja de la obra, se pueden observar en el plano *1125-CV-DRW-RNX-00-DETALLES ZANJAS*. Asimismo, la planta de las diferentes canalizaciones se puede observar en el plano *1120-CV-DRW-RNX-00-LAYOUT ZANJAS*.

El tendido de cables se hará según los criterios establecidos en los planos.

Se realizará una apertura y posterior relleno de zanjas para la inserción de la red de tierras.

23.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL (CIMENTACIÓN)

El CTPMC previsto en la planta solar fotovoltaica será de tipo exterior sobre plataforma de hormigón o edificio de tipo prefabricado, en hormigón o envolvente metálica, concebido para la distribución eléctrica de la energía generada en los parques fotovoltaicos que se posicionará sobre una cimentación adecuada, según las recomendaciones del fabricante.

Dicho edificio ya viene con una cubeta preinstalada de recogida de aceite (una por transformador) con capacidad suficiente, al menos, para poder albergar todo el volumen de aceite del mismo.

Para mayor detalle sobre el Centro de Transformación, Protección, Medida y Control (CTPMC) y su cimentación, remitirse a los planos *1130-CV-DRW-RNX-00-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN-PROTECCIÓN-MEDIDA-CONTROL* y *1131-CV-DRW-RNX-00-CIMENTACION CTPMC*.

23.6 VALLADO PERIMETRAL

Se procederá al vallado de todo el contorno de la planta solar fotovoltaica mediante vallado (plano *1110-CV-DRW-RNX-00-VALLADO*).

El vallado cumplirá en todo momento con las leyes vigentes, por el que se regulan las condiciones para la instalación, modificación y reposición de cerramientos cinegéticos y no cinegéticos en la comunidad autónoma de Madrid, para vallados cinegéticos de protección.

A modo enunciativo y no limitativo, tendrá las siguientes características:

- No constituirá obstáculo para el paso de las aguas cuando atraviesen un cauce público en los términos previstos en la legislación sobre aguas.
- Deberá permitir el tránsito de personas por los terrenos pertenecientes al dominio público hidráulico.
- En caso de usar postes metálicos, deberán presentar un acabado que permita su integración visual, evitando el uso de materiales brillantes o galvanizados, recomendándose que se pinten de colores ocres o verdes.
- La malla tendrá una luz mínima efectiva de 15x15 cm. en la parte inferior e inmediata al suelo.
- La altura máxima del cerramiento será de dos metros.
- El cerramiento no impedirá la entrada y salida de especies cinegéticas.

- Carecerá de elementos cortantes o punzantes.
- El cerramiento carecerá de dispositivos o trampas que permitan la entrada de piezas de caza e impidan o dificulten su salida.
- En general, no se podrá instalar malla electrosoldada.
- El vallado estará señalizado con placas de color blanco y acabado mate de 25x25 cm, instaladas cada tres vanos en la parte superior del cerramiento. Estas placas no deberán tener ángulos cortantes.
- No podrán tener dispositivos de anclaje, unión o fijación tipo “piquetas” o “cable tensor”.

Las zapatas de los postes serán de hormigón HM-20 y tendrán una planta de 300x300 mm, con una profundidad de 500 mm.

24 AFECCIONES. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Paralelismo del vallado y estructuras con linderos

Las distancias respetadas en este proyecto para la ubicación del vallado, la construcción de los edificios eléctricos y la instalación de la estructura fotovoltaica respetan las distancias expuestas en las ordenanzas del municipio de TORREJÓN DE ARDOZ.

Las distancias que se han tomado se pueden consultar en el plano *1046-GE-DRW-RNX-00-AFECCIONES AYUNTAMIENTO TORREJÓN DE ARDOZ* siendo estas:

- **A LINDEROS**
  - Vallado. Retranqueo de 1 metros desde límite de la parcela catastral.
  - Construcción. Retranqueo de 8 metros desde límite de la parcela catastral.

- **A CAMINOS PUBLICOS**
  - Vallado. Retranqueo de 5 metros desde límite de la parcela catastral.
  - Construcción. Retranqueo de 10 metros desde límite de la parcela catastral.

Cruzamientos de línea de Evacuación con camino público

La línea de evacuación subterránea de media tensión 20 kV que conecta el Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC) con el nuevo apoyo aéreo-subterráneo propiedad del cliente transcurre por el camino público con R.C. 28148A015090050000BJ en el T.M. de TORREJÓN DE ARDOZ. Tanto el anterior camino público como el resto de parcelas afectados son las siguientes:

PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m^2)	USO	ID
Madrid	Torrejón de Ardoz	15	7	28148A015000070000BD	37.931	Agrario C	-
Madrid	Torrejón de Ardoz	15	8	28148A015000080000BX	21.214	Agrario C	-
Madrid	Torrejón de Ardoz	15	9005	28148A015090050000BJ	1.576	Agrario VT	CAMINO
Madrid	Torrejón de Ardoz	15	10	28148A015000100000BD	41.339	Agrario CR	-

La ejecución de la ocupación se realizará con previo aviso a los ayuntamientos afectados y con las medidas de seguridad obligatorias según normativa vigente, reduciendo al máximo el tiempo de duración del corte del tránsito por dicho camino. Si la ejecución se demorara en el tiempo se realizará las acciones provisionales para restablecer el paso circulatorio por el camino.

Los detalles se pueden consultar en el plano *1046-GE-DRW-RNX-00-AFECCIONES AYUNTAMIENTO TORREJÓN DE ARDOZ*.

Paralelismo del vallado y estructuras con arroyo Pelayo

La planta fotovoltaica se encuentra localizada en las proximidades del arroyo Pelayo con R.C. 28148A015090040000BI.

Las distancias respetadas en este proyecto para la ubicación del vallado, la construcción de los edificios eléctricos y la instalación de la estructura fotovoltaica respetan las distancias expuestas en el **RD 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real decreto 849/1986, de 11 de abril.**

Tanto el vallado como la edificación se ha realizado respetando la zona de servidumbre marcada de 5 metros, encontrándose parcialmente dentro de la zona de policía de 100 m desde el borde del cauce.

Estas distancias se pueden consultar en el plano *1047-GE-DRW-RNX-02-AFECCIONES CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO*.

Paralelismo de la planta fotovoltaica con vías pecuarias

La planta fotovoltaica se encuentra próxima a las vías pecuarias “Cordel de Pelayo” con R.C. 28148A015090050000BJ y “Cordel de las Viñas” con R.C. 28148A015090010000BR. Tanto el vallado como la edificación se ha realizado respetando una distancia de 5m al borde de la vía pecuaria.

Los detalles se pueden consultar en el plano *1048-GE-DRW-RNX-02-AFECCIONES VÍA PECUARIA*.

Cruzamiento de la línea de evacuación con vía pecuaria

La línea de evacuación subterránea de media tensión 20 kV que conecta el Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC) con nuevo apoyo aéreo-subterráneo propiedad del cliente tiene un cruzamiento con la vía pecuaria “Cordel de Pelayo” con R.C. 28148A015090050000BJ.

Los detalles se pueden consultar en el plano *1048-GE-DRW-RNX-02-AFECCIONES VÍA PECUARIA*.

Ocupación de Concesión Minera.

La planta solar fotovoltaica se encuentra localizada en parcelas pertenecientes a un derecho minero, afectado a la correspondiente concesión de explotación derivada con código 3209 y nombre ALDOVEA.

Los detalles se pueden ver en el plano *1049-GE-DRW-RNX-02-AFECCIONES MINAS*.

Proximidad de la planta fotovoltaica a la Base Aérea de Torrejón de Ardoz

La planta fotovoltaica se encuentra próxima a la Base Aérea de "Torrejón de Ardoz". El vallado y la edificación de la planta se encuentran ubicados a una distancia mayor de 115m y 140m respectivamente desde el límite catastral.

La planta solar fotovoltaica se encuentra localizada en parcelas dentro de la zona de servidumbres aeronáuticas del aeropuerto Adolfo Suarez, más concretamente dentro de la zona de servidumbres de operación.

Los detalles se pueden ver en el plano *1050-GE AFECCIONES BASE AEREA TORREJON DE ARDOZ*.

Ubicación de la planta fotovoltaica bajo las servidumbres del aeropuerto Adolfo Suarez.

La planta solar fotovoltaica se encuentra localizada en parcelas dentro de la zona de servidumbres aeronáuticas del aeropuerto Adolfo Suarez, tanto dentro de la zona de servidumbres de aeródromo y radioeléctricas, como en la zona de servidumbres de operación.

Los detalles se pueden ver en el plano *1051-GE AFECCIONES AEROPUERTO ADOLFO SUAREZ*.

Paralelismo de la línea de evacuación con línea eléctrica existente

La línea de evacuación de media tensión 20 kV que conecta el Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC) con el nuevo apoyo aéreo-subterráneo propiedad del cliente transcurre de forma paralela a La línea eléctrica aérea 15 - CR ALCOTAN 20 kV ST TOROTE (20 kV) propiedad de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U.

Los detalles se pueden ver en el plano *1052-GE AFECCIONES LÍNEA ELÉCTRICA*.

Paralelismo de la línea de evacuación con línea telefónica existente

La línea de evacuación de media tensión 20 kV que conecta el Centro de Transformación, Protección, medida y control (CTPMC) con el nuevo apoyo aéreo-subterráneo propiedad del cliente transcurre paralelamente en su tramo subterráneo con la línea telefónica existente.

Los detalles se pueden ver en el plano *GE 1053-GE AFECCIONES LÍNEA TELEFÓNICA*.

25 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y PPC.

25.1.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

El sistema de monitorización se basa en la acción conjunta de diversos equipos y tecnologías, para lograr una visión global y detallada del funcionamiento de la planta y detección de fallos o alteración en los distintos componentes de la planta fotovoltaica.

Este sistema estará compuesto por un módulo de adquisición de datos, sensores de temperatura y radiación, un sistema de emisión de datos y el software de gestión central.

El módulo de gestión de datos se comunicará con el contador digital bidireccional homologado, y registrará la información real de energía producida por la instalación. Esta información junto con la obtenida del resto de entradas de información, permitirá:

- Gestionar la facturación de electricidad.
- El seguimiento de la instalación en tiempo real.
- Controlar y visualizar los parámetros básicos del generador (energía, potencia, radiación, temperaturas) diarios, mensuales y anuales.
- Gestionar el mantenimiento de la instalación, para garantizar los niveles de productividad.
- La notificación de fallos a distancia.

El procesamiento de todos los datos recibidos se gestiona mediante una aplicación SCADA, que permita supervisar en tiempo real la producción del Parque, posibilitando una atención inmediata a cualquier incidencia que afecte o pudiera afectar a la producción y cualquier variación entre la producción prevista y la real, optimizando por tanto las capacidades productivas de la planta para el propietario.

El sistema SCADA evalúa continuamente los valores de productividad de cada inversor, y de los diferentes dispositivos de forma que se puedan identificar aquellos que están produciendo por debajo de la media o por debajo de sus valores teóricos y así poder actuar de manera inmediata.

Permitiendo la detección a tiempo de pequeñas averías, comportamientos anómalos que reducen la producción, junto con la reducción de los tiempos de actuación en caso de incidencia, contribuyen a mejorar el rendimiento económico de su planta.

En cualquier caso, el sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Frecuencia de Red.

- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor.
- Temperatura de los módulos.
- Potencia total entregada a la Red.
- Potencia Total del parque.
- Energía total entregada.
- Ratio kWh/kWp.
- Performance Ratio

El sistema de monitorización deberá ser fácilmente accesible para el usuario.

25.1.2 INFRAESTRUCTURAS DE COMUNICACIONES.

Dentro del Parque Fotovoltaico se realizará una infraestructura de comunicaciones que interconectará entre sí todos los elementos a gestionar, de tal forma que en el Centro donde se instale el sistema se puedan monitorizar estos mismos elementos y gracias a un análisis lógico programado se puedan definir los rangos de funcionamiento.

Se almacenarán todos los datos registrados por el sistema de monitorización en una base de datos situada en el Centro donde se instale el sistema. Así mismo deberá realizarse diariamente una copia de seguridad de toda la información actualizada de esta base de datos en el mismo lugar.

Una vez desplegada toda la red de comunicaciones interna, incluidos los sistemas de gestión, control y monitorización es necesario conectar todo el sistema con el “exterior” (internet) para la recepción de información y la gestión remota de los sistemas.

Este tipo de comunicación necesita de los siguientes requerimientos:

- Las conexiones simétricas: igual velocidad de subida que de bajada.
- Se deberá disponer de una alta velocidad de subida.

25.1.3 SISTEMA SCADA.

El sistema SCADA tendrá al menos las siguientes pantallas de visualización de datos

PRINCIPAL

Planta general con los datos más significativos de la planta. Permitirá la navegación a las pantallas de detalle de cada inversor, contador, estación meteorológica.

INFORMES

Mostrará los informes calculados para cada sistema fotovoltaico y para el total de la planta. Estos informes se podrán personalizar totalmente.

ALARMAS

Mostrará las alarmas o pre-alarmas en tiempo real de la planta categorizadas por grado de severidad.

A través de una pantalla de configuración de alarmas, se establecerán parámetros a partir de los cuales se considera que el dispositivo no está funcionando correctamente, generando diferentes tipos de alarma en caso de superar los valores fijados.

25.1.4 POWER PLANT CONTROLLER (PPC).

La instalación fotovoltaica dispondrá de un Power Plant Controller (PPC) como sistema centralizado de supervisión y control de la generación, encargado de regular de forma automática y continua la potencia activa y reactiva de la planta, garantizando el cumplimiento de las consignas establecidas por el gestor de la red y de las condiciones técnicas del punto de conexión.

El Power Plant Controller constituye un sistema independiente de la plataforma de monitorización (SCADA), aunque puede integrarse con ésta para el intercambio de información y consignas de operación. Su función principal consiste en recibir las consignas del operador de la red, procesarlas mediante los algoritmos de control correspondientes y actuar sobre los inversores y demás equipos de regulación de la planta para asegurar el cumplimiento de las condiciones de operación establecidas.

Entre las principales funciones del Power Plant Controller destacan:

- Regulación de la potencia activa.
- Regulación de la potencia reactiva y del factor de potencia.
- Control de tensión en el punto de conexión.
- Control de frecuencia.
- Aplicación de consignas de limitación de potencia (Curtailment).
- Gestión de rampas de subida y bajada de potencia (Ramp Up / Ramp Down).
- Coordinación del funcionamiento de los inversores para garantizar una respuesta homogénea de toda la planta.

Asimismo, el PPC supervisa continuamente las magnitudes eléctricas de la instalación y adapta dinámicamente la producción de los inversores para garantizar el cumplimiento de las consignas de operación impuestas por el gestor de la red, manteniendo la estabilidad y calidad del suministro eléctrico.

Justificación del sistema de control de potencia

De conformidad con lo establecido en la Disposición Adicional Primera del Real Decreto 1183/2020, la instalación dispone de un sistema de control que garantiza que la potencia activa evacuada a la red no supera en ningún momento la capacidad de acceso concedida.

El sistema de control estará constituido por el Power Plant Controller (PPC), que actuará de forma automática, permanente y en tiempo real sobre los inversores de la planta, modulando su producción cuando resulte necesario para limitar la potencia generada.

El PPC recibirá de forma continua la medida de potencia en el punto de conexión y, mediante algoritmos de regulación, enviará consignas de limitación a los inversores con objeto de garantizar que la potencia activa inyectada a la red no exceda la capacidad de acceso autorizada.

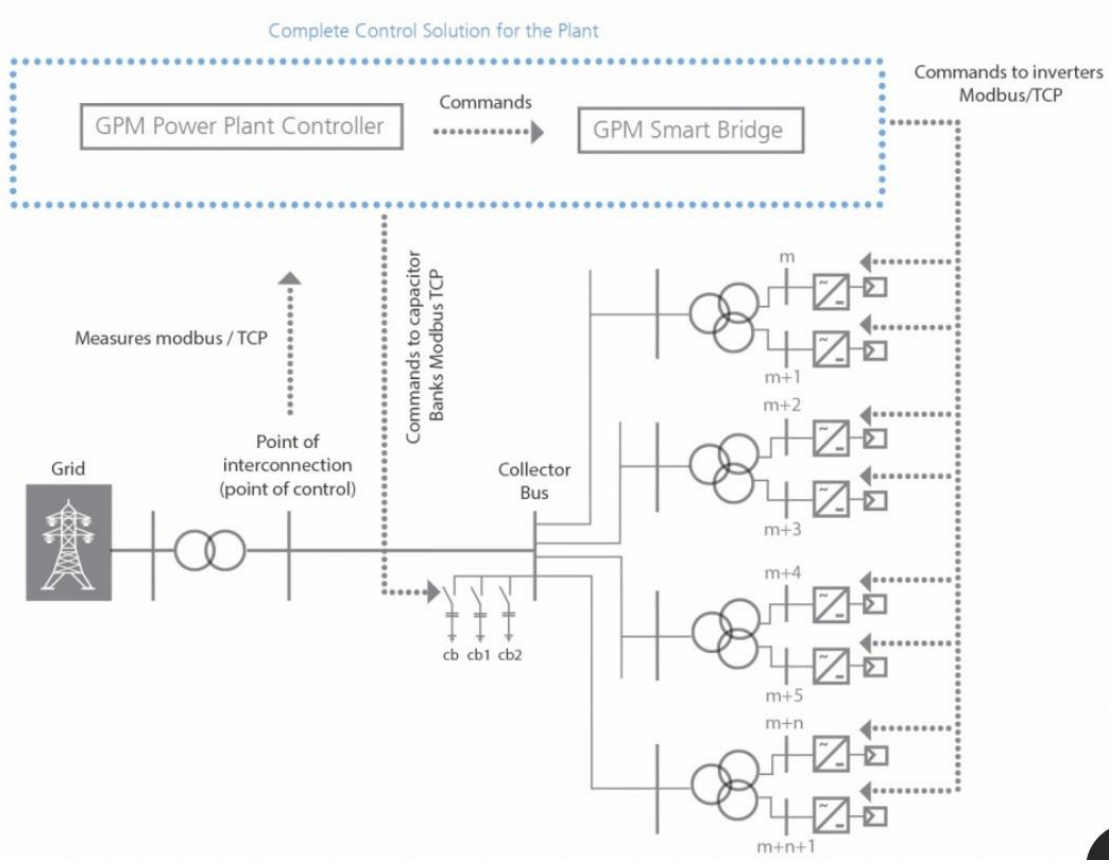
En la presente instalación, el sistema limitará la potencia activa evacuada a un valor máximo de 3,5 MW, correspondiente a la capacidad de acceso concedida en el punto de conexión.

El funcionamiento del sistema es completamente automático, no depende de la intervención del operador de la planta y permanece activo durante toda la operación de la instalación, garantizando en todo momento el cumplimiento del límite de potencia autorizado.

Conclusión

En consecuencia, la planta fotovoltaica dispone de un sistema de control de potencia basado en un Power Plant Controller (PPC) que garantiza de forma automática, permanente y verificable

que la potencia activa evacuada en el punto de conexión no supera la capacidad de acceso concedida de 3,5 MW, dando así cumplimiento a lo establecido en la Disposición Adicional Primera del Real Decreto 1183/2020.



En esta planta fotovoltaica será necesaria la instalación de un Power Plant Controller (PPC). El Power Plant Controller es una herramienta de control que sirve, principalmente, para regular en planta determinados parámetros fijados por la Compañía Eléctrica u Operador de Red, bien de forma directa o través de la solución del SCADA.

El Power Plant Controller (PPC) funciona de forma independiente a la monitorización y control de las instalaciones.

El PPC permite cumplir con las regulaciones (MTR) establecidas por la Compañía Eléctrica u Operador de Red respecto al POI (Punto de Interconexión). Gracias al Power Plant Controller podemos actuar y regular sobre ciertos parámetros y esa acción sólo es posible mediante el PPC.

EL PPC recoge las consignas de la Compañía Eléctrica u Operador de Red y aplica los algoritmos necesarios para controlar que se cumplan, mediante consignas a los Inversores y a otros elementos.

El **PPC (Power Plant Controller)** limitará la potencia activa de la planta a la potencia de acceso en el punto de conexión, es decir, a **3,5 MW**

El Power Plant Controller permite regular numerosos parámetros, como, por ejemplo:

- Tensión en planta
- El control de la frecuencia
- La limitación de la producción
- Curtailment / Limitación de potencia
- Regulación de reactiva / Power Factor
- Ramp up/downEl Power Plant Controller (PPC) permite una regulación transversal de la potencia activa y reactiva, así como de la tensión de centrales fotovoltaicas heterogéneas.

26 SISTEMA DE SEGURIDAD.

Tanto por la importancia de los bienes de que constará la panta, como por la seguridad de las personas, es necesario implantar un sistema de seguridad en la instalación.

El sistema de seguridad de la planta se fundamenta en la seguridad perimetral mediante video detección, lo que permite proteger todo el recinto de cualquier intrusión. Las cámaras estarán situadas a un metro y medio del cerramiento perimetral en una zanja independiente al de la parte de generación.

Todo el sistema de seguridad irá al centro de se instale el sistema y donde se ubicarán todos los sistemas del mismo y desde el cual se alimentarán a las cámaras.

Principalmente, el sistema de seguridad consistirá en una protección perimetral a lo largo de toda la valla de cerramiento, y de protección volumétrica en el interior de las casetas de inversores.

El sistema de seguridad estará conectado a una Central Receptora de Alarma 24 horas 365 días, con el fin de poder atender cualquier incidente por intrusión, vandalismo o sabotaje.

Dispondrá de alimentación de emergencia para poder funcionar al menos 72 horas en caso de fallo del suministro eléctrico.

El sistema de seguridad deberá ser instalado y mantenido por una empresa homologada de seguridad.

27 ESTACIÓN METEOROLÓGICA.

Se instalará una estación meteorológica en las proximidades del edificio donde se ubiquen los cuadros de comunicaciones y el SCADA.

La estación instalada contará con los siguientes elementos:

- Logger de adquisición y almacenamiento de datos modelo con suficientes entradas analógicas para los distintos sensores, entradas digitales, salidas digitales y canales de pulso de 16 bits para lecturas de elementos con salidas por pulsos.
- La estación estará dotada de un sistema autónomo mediante panel fotovoltaico para alimentación de la misma en caso de ausencia de alimentación de la red eléctrica. Así mismo contará con una tarjeta SIM para comunicación GPRS además de contar con un módulo para comunicaciones con el sistema de monitorización de la planta.
- Sistema de comunicación compatible con el sistema de control de la planta. Paralelamente el sistema permitirá la descarga manual de los datos almacenados en el logger en caso de fallo del sistema de comunicaciones.
- Instrumentación:
    - 1 piranómetro de segunda clase según la clasificación de la ISO-9060 deberá tener siempre la misma inclinación y orientación que los paneles
    - 1 piranómetro de primera clase según la clasificación de la ISO-9060 instalado en el plano horizontal
    - sondas de temperatura de la célula
    - Termómetro para medición de temperatura ambiente para aplicación meteorológica.
    - Anemómetro para medición de velocidad de viento
    - Sensor de temperatura y humedad del aire
    - Adicionalmente se instalarán células de tecnología equivalente para registro de la radiación, que tendrán la misma inclinación y orientación que los módulos, éstas se ubicarán en diversos puntos de la instalación.

28 OPERACIÓN DE LA PLANTA

Gracias al control monitorizado del sistema, la operación se limitará al seguimiento de la producción (que tendrá que ser similar a la estimación de producción) que se podrá visualizar en el monitor o contador existente a tal efecto.

Los inversores de la instalación permiten la comunicación vía RS-485 con cualquier usuario a través de tecnología GSM o GPRS. Cualquier incidencia quedará registrada una vez se pasen los datos en el ordenador (en caso de la instalación de la interface de captura de datos).

El sistema de control prevé la conexión a un dispositivo externo (como una alarma) con tal de avisar en caso de fallo del sistema o pérdidas de energía.

29 MANTENIMIENTO

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

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

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

29.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

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

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita semestral a la instalación. Se realizará un informe técnico en cada visita donde se reflejarán todos los controles y verificaciones realizados y si hay alguna incidencia.

Las instalaciones fotovoltaicas tienen dos partes claramente diferenciadas:
1. El conjunto de los paneles e inversores, que transforman la radiación solar en energía eléctrica, constituyendo en definitiva una planta de potencia de generación eléctrica.
2. El conjunto de equipos de la interconexión y protección, que permiten que la energía alterna tenga las características adecuadas según las normativas vigentes, y la protección de las personas y las instalaciones.

El mantenimiento de los equipos electrónicos viene especificado por el fabricante.

En el planteamiento del servicio de mantenimiento de las instalaciones el instalador debe considerar los siguientes puntos:

- Las operaciones necesarias de mantenimiento.
- Las operaciones a realizar por el servicio técnico y las que han de realizar el encargado de la instalación.
- La periodicidad de las operaciones de mantenimiento.
- El contrato de mantenimiento y la garantía de los equipos.

- Las operaciones de mantenimiento, pueden ser de dos tipos muy diferenciados. Por un lado, tenemos la revisión del estado de operatividad de los equipos, conexiones y cableado, incluyendo aspectos mecánicos, eléctricos y de limpieza; y por otro, el control y calibración de los inversores.
- Los procedimientos de mantenimiento, y la frecuencia de estos serán reflejados en el libro de mantenimiento de la instalación.

Los paneles fotovoltaicos requieren muy poco mantenimiento, por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas del ambiente exterior por capas de material protector. Su mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica de los paneles. La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del panel reduce el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por las sombras. El problema puede llegar a ser serio en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento. La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los paneles.
- La operación de limpieza debe ser realizada en general por el personal encargado del mantenimiento de la instalación, y consiste simplemente en el lavado de los paneles con agua y algún detergente no abrasivo, procurando evitar que el agua no se acumule sobre el panel.
- La inspección visual del panel tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:
    - Posible rotura del cristal: normalmente se produce por acciones externas y rara vez por fatiga térmica inducida por errores de montaje. Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el panel por fallo o rotura de las capas de encapsulado.
    - El adecuado estado de la estructura portante frente a corrosión.
    - La no existencia de sombras con afección al campo fotovoltaico, producidas por el crecimiento de vegetación en los alrededores.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado. Se procederá a efectuar las siguientes operaciones:
    - Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles.
    - Comprobación de la estanquidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales. En el caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado da la caja de terminales, utilizando según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

- El mantenimiento del sistema de regulación y control difiere especialmente de las operaciones normales en equipos electrónicos. Las averías son poco frecuentes y la simplicidad de los equipos reduce el mantenimiento a las siguientes operaciones:
    - Observación visual del estado y funcionamiento del equipo. La observación visual permite detectar generalmente su mal funcionamiento, ya que éste se traduce en un comportamiento muy anormal: frecuentes actuaciones del equipo, avisadores, luces, etc. En la inspección se debe comprobar también las posibles corrosiones y aprietes de bornes. Comprobación del conexionado y cableado de los equipos. Se procederá de forma similar que, en los paneles, revisando todas las conexiones y juntas de los equipos.
    - Comprobación del tarado de la tensión de ajuste a la temperatura ambiente, que les indicaciones sean correctas.
    - Toma de valores: Registro de los amperios-hora generados y consumidos en la instalación, horas de trabajo, ...
- El mantenimiento de las puestas a tierra: cuando se utiliza un método de protección que incluye la puesta a tierra, se ha de tener en cuenta que el valor de la resistencia de tierra, varía durante el año. Esta variación es debida a la destrucción corrosiva de los electrodos, aumento de la resistividad del terreno, aflojamiento, corrosión, polvo, etc., a las uniones de las líneas de tierra, rotura de las líneas de tierra... Estas variaciones de la resistencia condicionan el control de la instalación para asegurar que el sistema de protección permanezca dentro de los límites de seguridad.

El programa de mantenimiento se basa en:

- Revisiones generales periódicas para poner de manifiesto los posibles defectos que existan en la instalación.
- Eliminación de los posibles defectos que aparezcan.

Se proponen revisiones generales semestrales, a realizar las siguientes medidas:

- Comprobación visual del generador fotovoltaico: detección de módulos dañados, acumulación de suciedad, etc.
- Comprobación de las características eléctricas del generador fotovoltaico (Voc, Isc, Vmáx e Imáx en operación)
- Comprobación de los ajustes en las conexiones, del estado del cableado, cajas de conexiones y de protecciones.
- Comprobación de las características eléctricas del inversor (Vin , Iin , Iout , Vred , Rendimiento, fred)
- Comprobación de las protecciones de la instalación (fallo de aislamiento), así como de sus períodos de actuación.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Comprobación de la potencia instalada e inyectada a la red.
- Comprobación del sistema de monitorización.

- Medir la resistencia de tierra, realizándose en el punto de puesta a tierra.
- Medir la resistencia de cada electrodo, desconectándolo previamente de la línea de enlace a tierra.
- Medir desde todas las carcasas metálicas la resistencia total que ofrecen, tanto las líneas de tierra como la toma de tierra.

Mantenimiento de los equipos de protección: la comprobación de todos los relés ha de efectuarse cuando se proceda a la revisión de toda la instalación, siguiendo todas las especificaciones de los fabricantes de estos.

En resumen, este plan de mantenimiento preventivo incluirá las siguientes actuaciones:

- Inspección visual de los módulos, cableado, conexiones, circuitos de protección e inversor.
- Medición y comprobación de las tensiones y corrientes de los módulos.
- Comprobación de las protecciones eléctricas, verificando su comportamiento.
- Comprobación del normal funcionamiento del inversor.
- Comprobación de los cables y terminales, reapriete de bornes.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora, o bien por otra empresa que disponga del contrato de mantenimiento y conozca la instalación en profundidad.

En las visitas de mantenimiento preventivo se le entregará al cliente copia de las verificaciones realizadas y las incidencias acaecidas, y se firmará en el libro de mantenimiento de la instalación, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa) y la fecha de la visita.

29.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El plan de mantenimiento correctivo se refiere a todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en caso de incidencia, la cual deberá producirse dentro de los plazos establecidos en el contrato de mantenimiento, pero siempre en tiempo inferior a una semana, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

Este mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado. Este plan incluye todas las operaciones de reparación de equipos necesarios para que el sistema funcione correctamente. Se elaborará un presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación que deberá ser aceptado por el cliente antes de llevar a cabo dicha tarea.

30 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El Centro de Transformación, Protección, medida y control del presente proyecto cumplirá con las prescripciones de protección contra incendios de acuerdo al R.D. 337/2014, de 9 de mayo. El fabricante certifica que las condiciones de fabricación y funcionamiento corresponde con lo que la normativa vigente prescribe y obliga a este respecto.

Con carácter general se adoptan las medidas siguientes:

a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores. Se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del transformador. En dicho depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos tales como: lechos de guijarros, sifones en el caso de instalaciones con colector único, etc.

b) Sistemas de extinción. Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B. Este extintor se colocará en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

c)Envolvente del Centro de Transformación, Protección, medida y control de hormigón, que evitara lo siguiente:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- Se adjunta Informe técnico del fabricante respecto a la envolvente y sus características frente al fuego y su protección.

Junto con el informe técnico del fabricante adjunto y lo anteriormente dispuesto se considera que el Centro de Transformación, Protección, medida y control cumple con lo dispuesto en el R.D. 337/2014.

ORMAZABAL velatia

1 OBJETO

El objeto de este informe es presentar las características de resistencia al fuego de la envolvente de hormigón de los Centros de Transformación prefabricados de superficie tipo PFU y PF.

2 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La justificación de que un elemento constructivo alcanza un cierto valor de resistencia al fuego, se puede acreditar por contraste con los valores fijados en el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI) del Código Técnico de Edificación (CTE) o mediante su determinación directa a través de ensayos normalizados según la normativa europea vigente.

Las clases de resistencia al fuego y los criterios que las definen están recogidas en la norma UNE-EN 13501-2 "Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación". Por su parte, los procedimientos de ensayo se establecen en las normas UNE-EN 1364-1 y UNE-EN 1364-2 "Resistencia al fuego de elementos no portantes".

Las envolventes prefabricadas de hormigón de los Centros de Transformación tipo PFU y PF han sido ensayadas en los laboratorios CIDEMCO Tecnalia (certificado por ENAC), conforme a las normas citadas habiéndose obtenido las siguientes clases:

Centros de transformación PFU:

- Resistencia frente al fuego de las paredes: EI 90
- Resistencia frente al fuego de la cubierta: EI 60

Centros de transformación PF:

- Resistencia frente al fuego de las paredes: EI 60
- Resistencia frente al fuego de la cubierta: EI 60

IP-200.2

31 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Conforme a lo dispuesto en el artículo 4 del Real Decreto 105/2008 se ha realizado el Estudio de Gestión de residuos de Construcción y Demolición que se adjunta en el ANEXO. ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS.

El contenido incluye:

- Identificación de los residuos que se van a generar y estimación de la cantidad en m3 y T de cada tipo (según Orden MAM/304/2002).
- Medidas para la prevención de dichos residuos.
- Operaciones encaminadas a la posible reutilización, separación y valorización de estos residuos.
- Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc.
- Pliego de Condiciones.
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs y destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "in situ".

32 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

Según la legislación vigente, el proyecto PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PF CASABLANCA, NO se encuentra sometido al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada.

33 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece la obligatoriedad de presentar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en las que se den alguno de las siguientes circunstancias:

- Presupuesto de ejecución por contrata del proyecto igual o superior a 450.759 euros.
- Duración estimada superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 15 trabajadores.
- Volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de trabajadores en la obra, superior a 500 horas
- Obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas

En la construcción de la Planta Fotovoltaica objeto de este proyecto se dan varias de las circunstancias anteriores y por tanto en cumplimiento de la legislación vigente se adjunta el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud, en el Documento correspondiente del presente Proyecto.

34 PRESUPUESTO DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

Seguidamente se realiza un resumen de los capítulos del presupuesto.

PLANTA FV		
1	TRABAJOS PREVIOS	58.500,00 €
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	12.811,88 €
3	URBANIZACIÓN	50.739,00 €
4	ESTRUCTURAS	615.000,00 €
5	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	892.551,60 €
6	INVERSORES	68.400,00 €
7	INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT PLANTA FV	121.191,16 €
8	INSTALACIÓN ELÉCTRICA MT PLANTA FV	85.600,00 €
9	CONTROL Y MONITORIZACIÓN	26.500,00 €
10	SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA	29.217,01 €
11	SEGURIDAD Y SALUD	19.792,00 €
12	GESTIÓN DE RESIDUOS	18.174,39 €
	PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL PLANTA FV	1.998.477,04 €
	13% GASTOS GENERALES	259.802,02 €
	6% BENEFICIO INDUSTRIAL	119.908,62 €
	PRESUPUESTO DE CONTRATA PLANTA FV	2.378.187,68 €
	IVA	499.419,41 €
	PRESUPUESTO TOTAL PLANTA FV	2.877.607,09 €

Este presupuesto total asciende a **DOS MILLONES OCHOCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS SIETE EUROS Y NUEVE CÉNTIMOS.**

35 PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El plazo de ejecución del proyecto se prevé en 7 meses aproximadamente, a partir de la obtención de los permisos necesarios para comienzo de la construcción de la obra civil.

El cronograma previsto se puede consultar en el Documento *PLAN DE* EJECUCIÓN del proyecto.

36 CONCLUSIONES.

Con la presente memoria, y demás documentos que se acompañan y que componen el Proyecto ejecutivo se ha descrito adecuadamente y a suficiente nivel la instalación de referencia y que configuran la planta fotovoltaica, sin el perjuicio de cualquier ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Adicionalmente queda constatado que este tipo de instalaciones son una opción completamente viable.

Por un lado, tecnológicamente, los sistemas implicados evolucionan a gran velocidad, consiguiendo mejoras continuas en prestaciones y calidad, así como unos costes de producción cada vez más bajo.

Por otro lado, se genera energía eléctrica a través de una fuente renovable y por lo tanto es una energía limpia, lo cual añade un enorme punto fuerte de interés de difícil cuantificación.

La rentabilidad de este tipo de instalaciones es muy atractiva para captar inversión privada y a nivel global, la tendencia es a potenciarse y favorecerse.

Las instalaciones descritas en el presente proyecto deberán ser ejecutadas por empresas homologadas y por personal técnico cualificado.

Se considera que para la ejecución del proyecto será necesario disponer de todos los estudios previos (topografía, geotecnia e hidrología) limitando la responsabilidad del proyecto a la consecución de dichos estudios.

El presupuesto se ha preparado con base a los precios y costes estimados por el PROMOTOR a futuro, en fecha prevista de construcción. Por lo tanto, no se asume responsabilidad alguna por cualquier discrepancia entre el presupuesto presentado y los costos reales de ejecución del proyecto.

Cualquier cambio o modificación del presente proyecto deberá ser aprobada por el Director de Obra.

Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI C.REAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO I. SIMULACIÓN PRODUCCIÓN

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 OBJETO 4

2 RECURSO SOLAR 5

2.1 RADIACIÓN. 5
2.2 MODELOS BASADOS EN SATÉLITES 5
2.3 ALGORITMOS DE SOLARGIS 6
2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ENTRADAS DE SOLARGIS 7
2.5 DATOS DE RADIACIÓN 9

3 SIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN 10

3.1 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA 10
3.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PRODUCCIÓN 11

1 OBJETO

El objeto es aportar al proyecto de ejecución el estudio de producción base simulado con ayuda del software de PVsyst 7.4.6, altamente reconocido por todos los actores que intervienen en el proceso de un proyecto fotovoltaicos.

2 RECURSO SOLAR

2.1 RADIACIÓN.

La radiación solar hace un largo viaje hasta llegar a la superficie de la Tierra. Por lo tanto, al modelizar la radiación solar, deben tenerse en cuenta diversas interacciones de la radiación solar extraterrestre con la atmósfera, la superficie y los objetos de la Tierra.

El componente que no se refleja ni se dispersa y que llega directamente a la superficie se denomina radiación directa; es el componente que produce sombras. El componente que es dispersado por la atmósfera y que llega al suelo se llama radiación difusa. La pequeña parte de la radiación reflejada por la superficie y que llega a un plano inclinado se denomina radiación reflejada. Estos tres componentes juntos crean la radiación global.

En las aplicaciones de la energía solar, los siguientes parámetros se utilizan comúnmente en la práctica:

- La radiación normal directa/irradiación (DNI) es el componente que interviene en la tecnología térmica (energía solar de concentración, CSP) y fotovoltaica de concentración (fotovoltaica de concentración, CPV).
- La irradiación/irradiancia global horizontal (GHI) es la suma de la radiación directa y difusa recibida en un plano horizontal. GHI es una radiación de referencia para la comparación de zonas climáticas; también es un parámetro esencial para el cálculo de la radiación en un plano inclinado.
- La radiación/radiancia global inclinada (GTI), o la radiación total recibida en una superficie con inclinación y acimut definidos, fija o con seguimiento solar. Es la suma de la radiación dispersa, directa y reflejada. Es una referencia para las aplicaciones fotovoltaicas (FV), y puede verse afectada ocasionalmente por la sombra.

2.2 MODELOS BASADOS EN SATÉLITES

Los modelos de irradiación solar de última generación como Solargis utilizan los datos de entrada más modernos (satelitales y atmosféricos), que son sistemáticamente controlados y validados en cuanto a su calidad. Los modelos y los datos de entrada están integrados y adaptados regionalmente para funcionar de manera fiable en una amplia gama de condiciones geográficas.

Este proceso se basa en sólidos fundamentos teóricos y muestra resultados coherentes y estables desde el punto de vista computacional. Los enfoques antiguos suelen ser menos elaborados, por lo

que no pueden alcanzar la precisión de los modelos modernos. Incluso si los modelos se basan en principios similares, las diferencias en la aplicación pueden dar lugar a resultados diferentes.

Los modelos de irradiación basados en satélites son capaces de estimar los niveles de radiación solar (niveles históricos, recientes y futuros) sin necesidad de instalar sensores terrestres en el lugar de interés. Los modelos de irradiación basados en satélites van desde los físicamente rigurosos hasta los puramente empíricos:

- Los modelos físicos intentan explicar la irradiación de la Tierra observada resolviendo las ecuaciones de transferencia de radiación. Estos modelos requieren información precisa sobre la composición de la atmósfera y también dependen de la calibración exacta de los sensores de los satélites.
- Los modelos empíricos consisten en una simple regresión entre la intensidad registrada del canal visible del satélite y una estación de medición en la superficie terrestre.
- Los modelos semiempíricos utilizan un enfoque simple de transferencia radiactiva y cierto grado de adaptación a las observaciones. Hoy en día, todos los enfoques operacionales se basan en el uso de este

2.3 ALGORITMOS DE SOLARGIS

Para los datos históricos y recientes, Solargis utiliza un modelo de radiación solar semi-empírica. Los datos de los satélites se utilizan para la identificación de las propiedades de las nubes utilizando los algoritmos más avanzados. Se consideran la mayoría de los procesos físicos de atenuación atmosférica de la radiación solar y también se utilizan algunos parámetros físicos de entrada. Por lo tanto, este enfoque es capaz de reproducir situaciones reales.

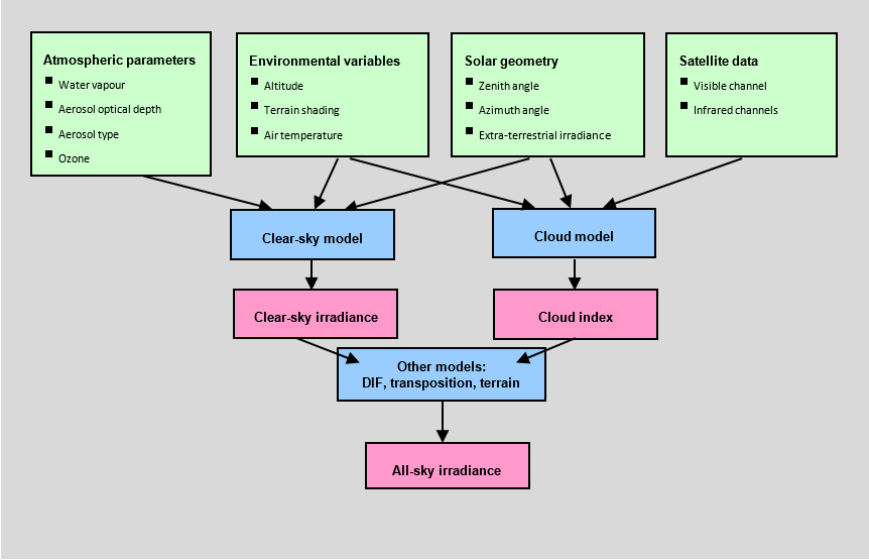
Por otra parte, se utilizan los resultados de los modelos meteorológicos numéricos operacionales (NWP) para los datos de pronóstico; en la fase de posprocesamiento, se utiliza la información calculada operacionalmente del modelo de satélite para mejorar dinámicamente la exactitud del pronóstico.

La recuperación de la radiación solar en el modelo de satélites Solargis se divide básicamente en tres etapas:

- En primer lugar, se calcula la irradiancia de cielo despejado (la irradiancia que llega a tierra con el supuesto de ausencia de nubes) utilizando el modelo de cielo despejado.
- En segundo lugar, los datos de los satélites (información de varios satélites geoestacionarios) se utilizan para cuantificar el efecto de atenuación de las nubes mediante el cálculo del índice

de nubes. La irradiancia de cielo claro se combina con el índice de nubes para recuperar la irradiancia de todo el cielo. El resultado del procedimiento es la irradiancia normal directa y la irradiancia horizontal global.

- En tercer lugar, la irradiancia normal directa y la irradiancia horizontal global se utilizan para calcular la irradiancia difusa y la irradiancia global inclinada (irradiancia en el plano de la matriz, en superficies inclinadas o de seguimiento) y/o la irradiancia corregida por los efectos de sombreado del terreno u objetos circundantes.



2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ENTRADAS DE SOLARGIS

Los datos de entrada más avanzados se utilizan en los algoritmos de Solargis. Como resultado, los datos de los satélites aseguran una cobertura temporal muy alta (más del 99% en la mayoría de las regiones). Los datos de series temporales suministrados tienen todas las lagunas cubiertas mediante algoritmos inteligentes.

El paso temporal primario de los parámetros de recursos solares es de 15 minutos para la zona del satélite MSG, 30 minutos para la zona de los satélites MFG y MTSAT, y 30 minutos (y parcialmente hasta 3 horas) para la zona del satélite GOES. Los parámetros atmosféricos (aerosoles y vapor de agua) representan datos diarios.

La resolución espacial de los datos del Meteosat, el GOES y el MTSAT considerados en el esquema de cálculo es de aproximadamente 3 km en el punto subsatelital (más detalles en el cuadro que figura a

continuación). Los resultados del modelo se remuestrean a una cuadrícula regular de 2 minutos de arco (aprox. 4x4 km) en el sistema de coordenadas geográficas WGS84.

La resolución espacial de los productos de datos se aumenta hasta 3 arcosegundos (que es de unos 90 metros en el ecuador, menos hacia los polos).

Los datos de entrada utilizados en el modelo de Solargis

Inputs	Source of input data		Spatial coverage	Time representation	Original time step	Approx. grid resolution
Atmospheric Optical Depth	MERRA-2 reanalysis	NASA	Global	1994 to 2002	Daily (calculated from 3-hourly)	55 km
	MACC-II reanalysis	ECMWF			Monthly (long-term calculated from reanalysis)	125 km
	MACC-II reanalysis			2003 to 2012	Daily (calculated from 6-hourly)	125 km
	MACC-II operational			2013 to present	Daily (calculated from 3-hourly)	125 km 85 km (since October 2015) 45 km (since June 2016)
Water vapour	CFSR	NOAA	Global	1994 to 2010	1 hour	35 km
	GFS			2011 to present	3 hours	55 km
Cloud index	Meteosat PRIME	EUMETSAT	Europe and Africa	1994 to 2004	30 minutes	3 to 4 km
				2005 to present	15 minutes	
	Meteosat IODC		South Asia, Middle East, Central Asia, and parts of East Asia	1999 to 02/2017	30 minutes	
				03/2017 to present	15 minutes	
	GOES EAST	NOAA	North America and South America	1999 to present	30 minutes	
	GOES WEST					
	MTSAT	JSA	East Asia and Western Pacific Rim Countries	2007 to 2016	30 minutes	
	Himawari			2016 to present	10 minutes	
Altitude and horizon	SRTM3	SRTM	Global	-	-	90 metres

2.5 DATOS DE RADIACIÓN

Para la ubicación de la planta, obtenemos a través de la base de SolarGIS los siguientes datos de radiación:

SOLARGIS **iMaps**

LONG-TERM MONTHLY AVERAGES OF SOLAR RADIATION AND AIR TEMPERATURE

Report number: IMAPS-89725-2405-593
Issued: 03 May 2024 09:30 (UTC)

Site info

Site name:	Madrid Comunidad de Madrid, Spain
Coordinates:	**40° 28' 24.59" N, 03° 27' 43.14" W**
Elevation a.s.l.:	592 m
Slope inclination:	2°
Slope azimuth:	183° south

Location on the map: http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite=40.4734978176,-3.46198460756=14

Geographic position

Google Maps © 2024 Google

Climate data

Month	Gh_d	Gh_m	Dh_d	Dh_m	T_{24}
Jan	2.11	65	0.78	24	4.1
Feb	3.16	88	1.07	30	5.5
Mar	4.51	140	1.53	47	8.7
Apr	5.66	170	2.00	60	10.9
May	6.53	202	2.32	72	16.2
Jun	7.58	227	2.32	70	22.2
Jul	7.88	244	1.96	61	25.5
Aug	6.85	212	1.91	59	24.7
Sep	5.21	156	1.73	52	19.1
Oct	3.55	110	1.32	41	13.4
Nov	2.33	70	0.88	26	8.1
Dec	1.85	57	0.70	22	5.1
Year	**4.77**	**1741**	**1.55**	**564**	**13.7**

Long-term averages:

Gh_d	Daily sum of global horizontal irradiation (kWh/m^2)
Gh_m	Monthly sum (annual) of global horizontal irradiation (kWh/m^2)
Dh_d	Daily sum of diffuse horizontal irradiation (kWh/m^2)
Dh_m	Monthly sum (annual) of diffuse horizontal irradiation (kWh/m^2)
T_{24}	Daily (diurnal) air temperature (°C)

3 SIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN

3.1 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

La estimación de la energía de producida (E) de una planta fotovoltaica durante un período específico de tiempo se lleva a cabo a través de una evaluación independiente de los siguientes parámetros:

$$E = P_P \cdot \left(\frac{I_{GEN}}{I}\right) \cdot PR \cdot D$$

- **P_P** (*Potencia Pico*): Parámetro de diseño que indica la potencia pico total de todos los módulos instalados en la Planta.
- **I_{GEN}** (*Irradiación en el plano del módulo*): La irradiación que alcanza la superficie de los módulos fotovoltaicos.
- **I***: Constante que corresponde con la irradiación en condiciones estándar[1] (STC).
- **PR** (*Performance Ratio*): Parámetro que muestra el rendimiento de un Sistema fotovoltaico.
- **D** (*Disponibilidad*): Porcentaje de tiempo en el que el sistema fotovoltaico funciona al 100%.

Se ha estimado la eficiencia de la Planta, que está representado por el PR de diseño. Merece la pena señalar que se ha modelado el diseño de la Planta con el software PVSyst versión 7.4.6, desarrollado por la Universidad de Ginebra. PVSyst v.7.4.6 ha sido utilizado teniendo en cuenta el modelo de transposición Pérez[2], y es apoyado por un método propio mediante el cual Enermat realiza un post-procesado de los resultados de PVSyst con el fin de mejorar la representatividad de los datos.

[1] *Irradiancia de 1,000 W/m2, AM 1.5G y temperatura de célula de 25°C*

[2] *Este modelo es más sofisticado que otros, como el modelo de Hay, pero requiere buenos datos de irradiación horizontal (medición correcta) y valores fiables de irradiación difusa*

3.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PRODUCCIÓN

Seguidamente se acompaña el informe completo extraído de la simulación bajo PVsyst.

Versión 7.4.6

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: NEXER - CASABLANCA

Variante: CASABLANCA R01 - FIJA 2V 25º - TRIN695 - BIFACIAL - HUAW330

Tablas en un edificio

Potencia del sistema: 4754 kWp

Torrejon de Ardoz - Spain

Autor(a)

ENERMAT RENOVABLES

amoreno@enermat.com

Proyecto: NEXER - CASABLANCA

Variante: CASABLANCA R01 - FIJA 2V 25º - TRIN695 - BIFACIAL - HUAW330

Resumen del proyecto

Sitio geográfico
Torrejon de Ardoz
España

Situación

Latitud	40.47 °N
Longitud	-3.46 °W
Altitud	593 m
Zona horaria	UTC+1

Configuración del proyecto

Albedo	0.20

Datos meteo
Torrejon de Ardoz
SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Sintético

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red

Tablas en un edificio

Orientación campo FV
Plano fijo

Inclinación/Azimut	25 / 0.9 °

Sombreados cercanos
Según las cadenas : Rápido (tabla)

Efecto eléctrico	100 %

Necesidades del usuario
Carga ilimitada (red)

Información del sistema

Generador FV

Núm. de módulos	6840 unidades
Pnom total	4754 kWp

Inversores

Núm. de unidades	12 unidades
Pnom total	3600 kWca
Límite de potencia de red	3500 kWca
Proporción de red lim. Pnom	1.358

Resumen de resultados

Energía producida	8131.98 MWh/año	Producción específica	1711 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	84.30 %
Energía aparente	8131.98 MVAh/año				

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados 2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema. 3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados 5
Resultados principales 6
Diagrama de pérdida 7
Gráficos predefinidos 8
Evaluación P50 - P90 9
Diagrama unifilar 10

Proyecto: NEXER - CASABLANCA

Variante: CASABLANCA R01 - FIJA 2V 25º - TRIN695 - BIFACIAL - HUAW330

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Tablas en un edificio

Orientación campo FV

Orientación

Plano fijo	
Inclinación/Azimut	25 / 0.9 °

Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos	133 unidades

Tamaños

Espaciado entre cobertizos	8.70 m
Ancho de colector	4.79 m
Proporc. cob. suelo (GCR)	55.0 %

Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil	24.9 °

Modelos usados

Transposición	Perez
Difuso	Perez, Meteonorm
Circunsolar	con difuso

Horizonte

Horizonte libre

Sombreados cercanos

Según las cadenas : Rápido (tabla)

Efecto eléctrico	100 %

Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

Sistema bifacial

Modelo	Cálculo 2D cobertizos ilimitados

Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos	8.70 m
Ancho cobertizos	4.79 m
Ángulo límite de perfil	24.9 °
GCR	55.0 %
Altura sobre el suelo	0.50 m

Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra	0.25
Factor de bifacialidad	81 %
Fact. sombreado trasero	3.0 %
Fact. desajuste trasero	5.0 %
Fracción transparente de cobertizo	0.0 %

Punto de inyección de red

Limitación de potencia de red

Potencia activa	3500 kWca
Proporción Pnom	1.358

Factor de potencia

Cos(phi) (rezagado)	1.000

Características del generador FV

Módulo FV

Fabricante	Trina Solar
Modelo	TSM-695NEG21C.20
(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	695 Wp
Número de módulos FV	6840 unidades
Nominal (STC)	4754 kWp
Módulos	228 cadena x 30 En series
En cond. de funcionam. (50°C)	
Pmpp	4397 kWp
U mpp	1105 V
I mpp	3977 A

Inversor

Fabricante	Huawei Technologies
Modelo	SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2
(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	300 kWca
Número de inversores	12 unidades
Potencia total	3600 kWca
Voltaje de funcionamiento	500-1500 V
Potencia máx. (=>30°C)	330 kWca
Proporción Pnom (CC:CA)	1.32
Reparto de potencia en este inversor	

Potencia FV total

Nominal (STC)	4754 kWp
Total	6840 módulos
Área del módulo	21247 m²
Área celular	19909 m²

Potencia total del inversor

Potencia total	3600 kWca
Potencia máx.	3960 kWca
Número de inversores	12 unidades
Proporción Pnom	1.32

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto
Frac. de pérdida 1.5 %

Factor de pérdida térmica
Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdidas de cableado CC
Res. conjunto global 3.0 mΩ
Frac. de pérdida 1.0 % en STC

LID - Degradación Inducida por Luz
Frac. de pérdida 1.0 %

Pérdida de calidad módulo
Frac. de pérdida -0.2 %

Pérdidas de desajuste de módulo
Frac. de pérdida 0.5 % en MPP

Pérdidas de desajuste de cadenas
Frac. de pérdida 0.1 %

Factor de pérdida IAM
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.999	0.994	0.969	0.928	0.829	0.585	0.000

Pérdidas del sistema.

Pérdidas auxiliares
constante (ventiladores) 10.00 kW
0.0 kW del umbral de potencia

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta transfo MV
Voltaje inversor 800 Vca tri
Frac. de pérdida 1.50 % en STC
Inversor: SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2
Sección cables (12 Inv.) Alu 12 x 3 x 240 mm²
Longitud media de los cables 188 m

Línea MV hasta inyección
Voltaje MV 20 kV
Cables Alu 3 x 240 mm²
Longitud 150 m
Frac. de pérdida 0.02 % en STC

Pérdidas de CA en transformadores

Transfo MV
Voltaje medio 20 kV
Parámetros del transformador
Potencia nominal en STC 4.68 MVA
Iron Loss (Conexión 24/24) 4.68 kVA
Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC
Pérdida de cobre 46.75 kVA
Fracción de pérdida de cobre 1.00 % en STC
Resistencia equivalente de bobinas 3 x 1.37 mΩ

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

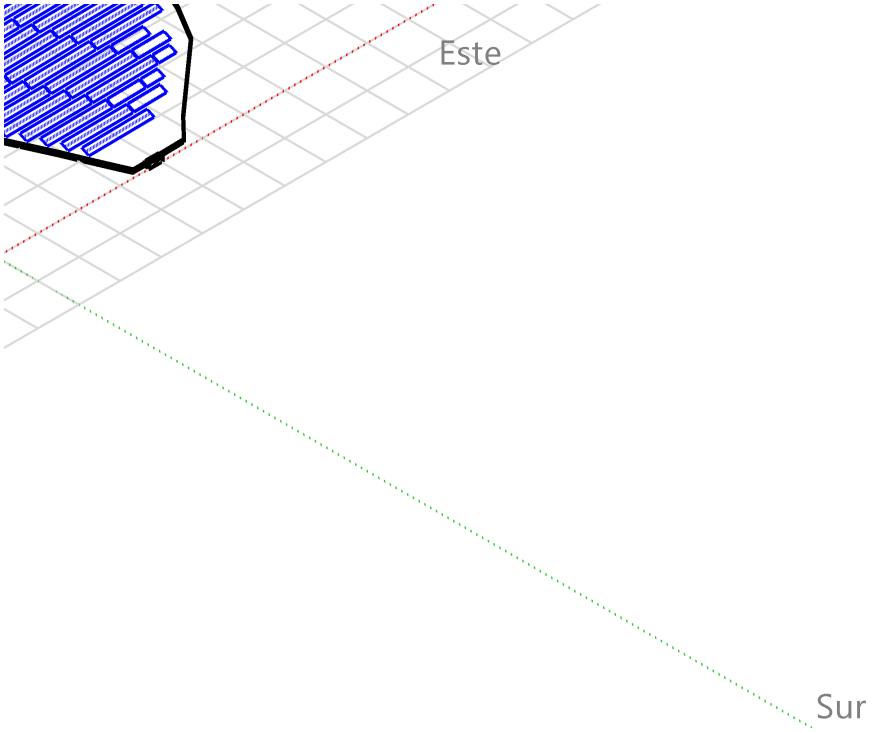
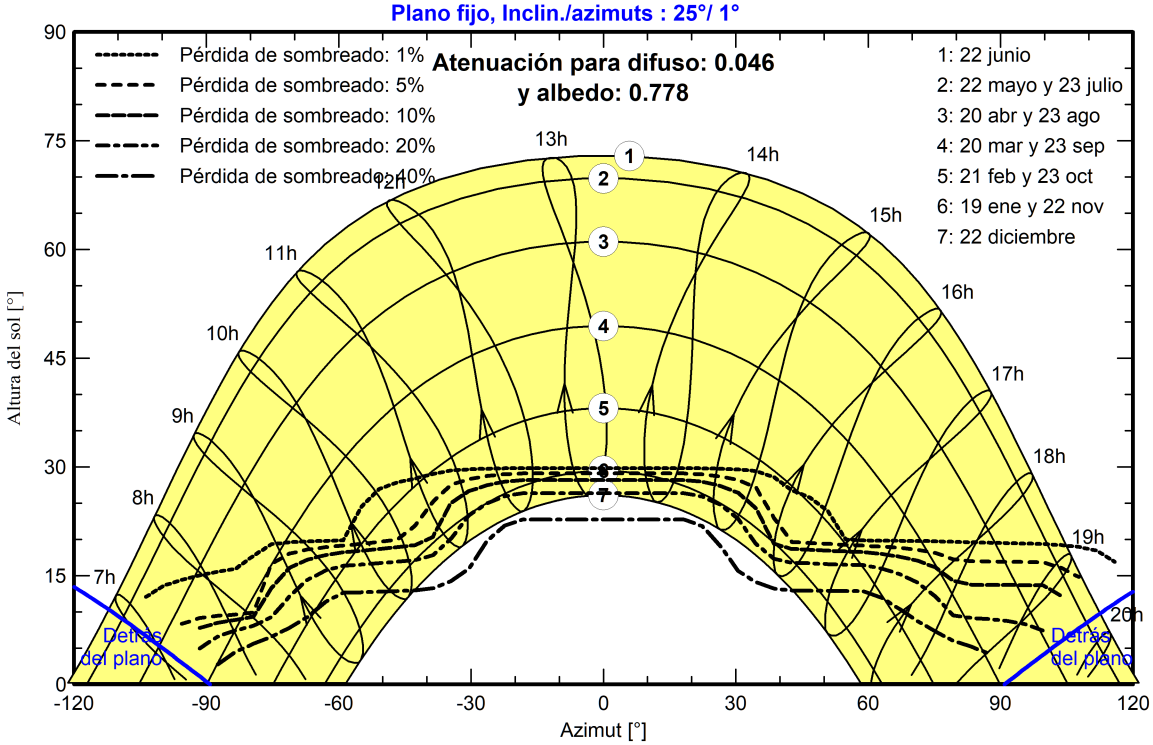


Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1

Plano fijo, Inclin./azimuts : 25°/ 1°

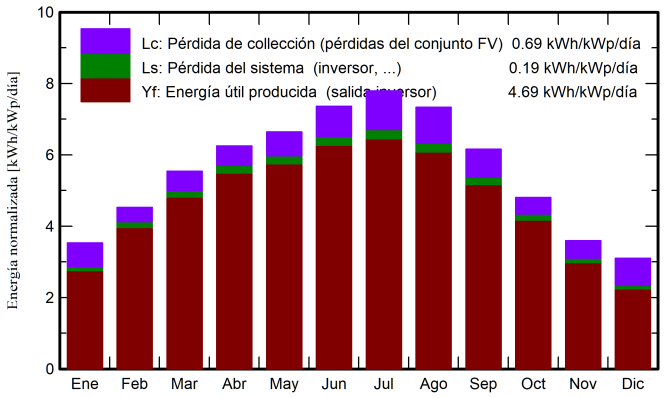


Resultados principales

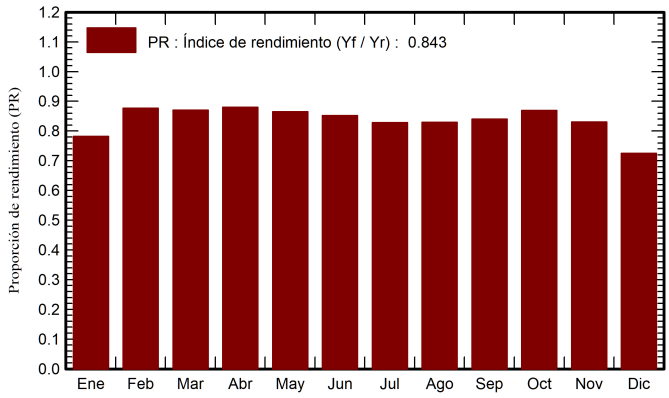
Producción del sistema

Energía producida	8131.98 MWh/año	Producción específica	1711 kWh/kWp/año
Energía aparente	8131.98 MVAh/año	Proporción rend. PR	84.30 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	67.2	24.00	5.00	109.5	100.8	423.3	407.1	0.782
Febrero	89.1	30.30	6.60	126.8	121.2	549.9	528.9	0.877
Marzo	138.8	47.20	9.90	171.7	164.6	738.7	710.4	0.870
Abril	168.5	59.60	12.60	187.4	179.2	814.4	783.7	0.880
Mayo	204.8	70.80	17.00	206.1	196.9	881.0	847.8	0.865
Junio	227.1	69.80	22.60	220.9	211.3	931.2	895.4	0.853
Julio	244.9	59.40	26.30	241.6	231.8	989.3	951.2	0.828
Agosto	213.6	57.30	25.80	227.3	218.1	932.5	896.6	0.830
Septiembre	156.9	50.00	20.70	184.7	177.1	767.4	737.9	0.840
Octubre	111.4	40.50	15.40	149.0	142.5	640.0	615.6	0.869
Noviembre	70.5	26.30	9.20	107.9	101.3	443.3	425.9	0.830
Diciembre	58.0	21.80	5.90	96.1	87.3	345.4	331.5	0.725
Año	1750.8	557.00	14.80	2029.2	1932.1	8456.5	8132.0	0.843

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		

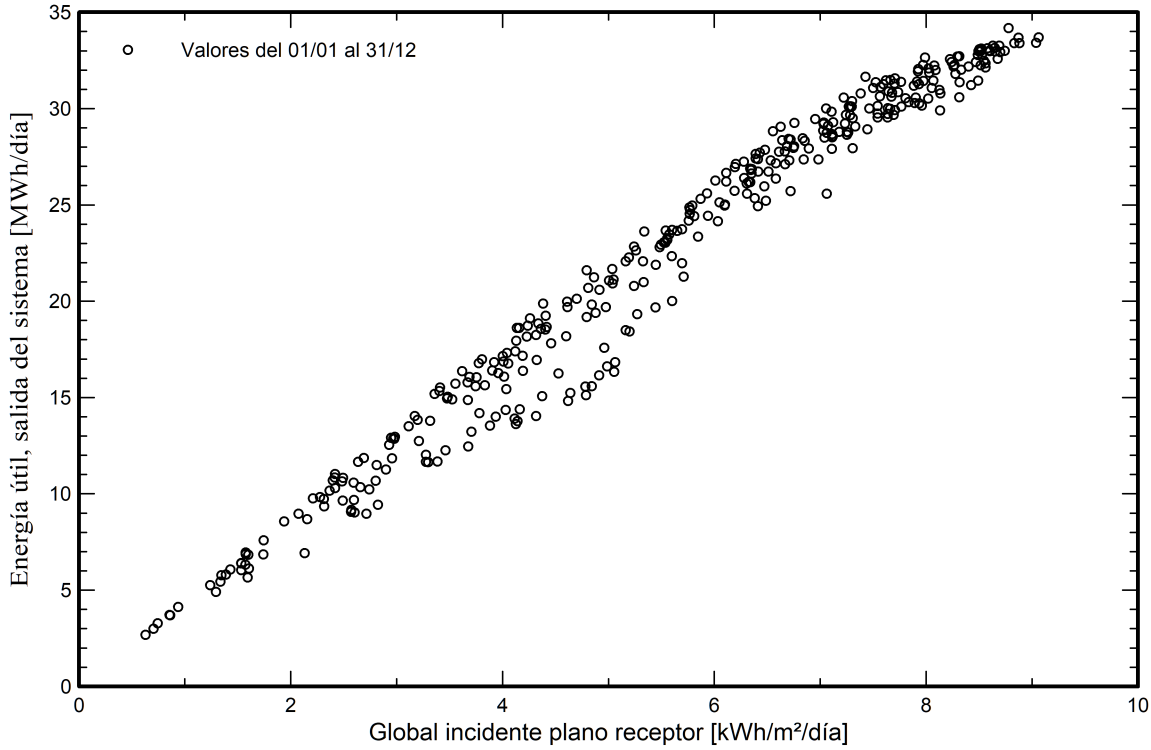
PVsyst V7.4.6
VCF, Fecha de simulación:
06/05/24 10:41
con V7.4.6

Diagrama de pérdida

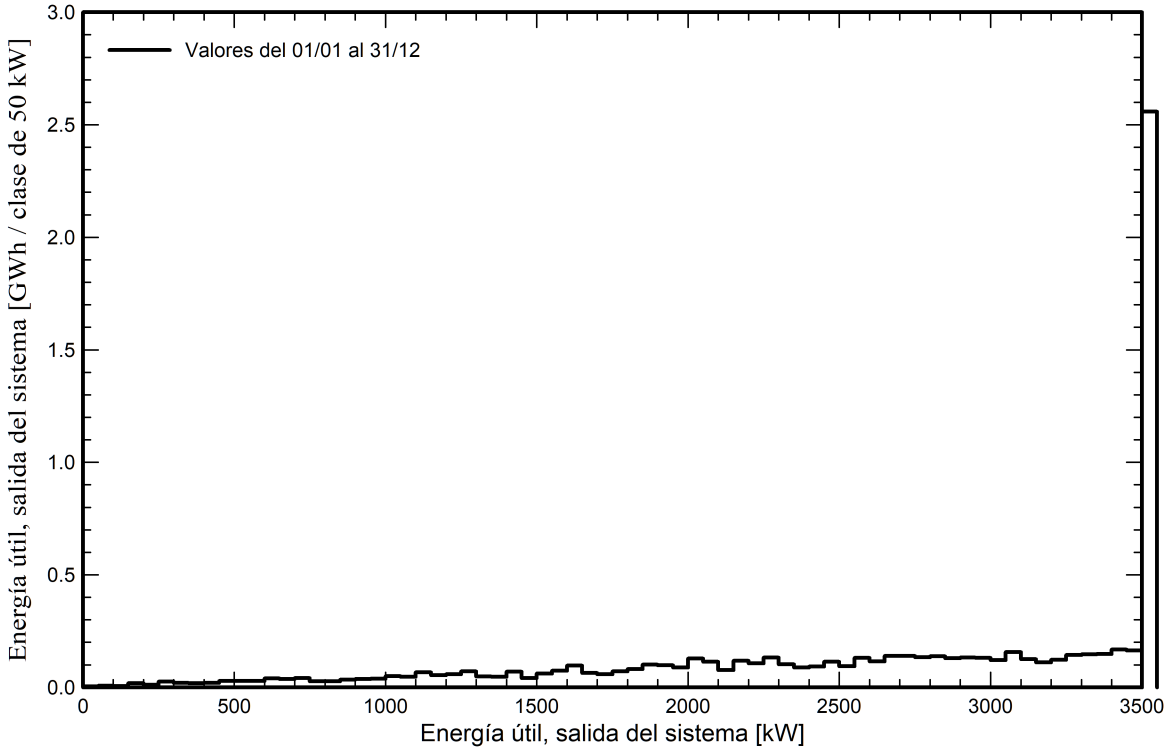
1751 kWh/m²		**Irradiación horizontal global**
	+15.9%	**Global incidente plano receptor**
	-2.73%	Sombreados cercanos: perdida de irradiancia
	-0.81%	Factor IAM en global
	-1.50%	Factor de pérdida de suciedad
	+0.18%	Reflejo del suelo en la parte frontal
Bifacial		
Incidente global en tierra 692 kWh/m² en 38608 m²		
	-75.00% (0.25 Albedo de tierra)	Pérdida de reflexión del suelo
	-72.41%	Factor de vista para el lado trasero
	-3.93%	Cielo difuso en la parte trasera
	+0.60%	Haz efectivo en la parte trasera
	-3.00%	Pérdida de sombreados en la parte posterior
	4.21%	**Irradiancia global en la parte trasera (81 kWh/m²)**
1932 kWh/m² * 21247 m² colect.		**Irradiancia efectiva en colectores**
eficiencia en STC = 22.40%		Conversión FV, Factor de bifacialidad = 0.81
9507 MWh		**Conjunto de energía nominal (con efic. STC)**
	+0.13%	Pérdida FV debido al nivel de irradiancia
	-3.62%	Pérdida FV debido a la temperatura.
	-2.14%	Sombreados: pérdida eléctrica según las cadenas
	+0.20%	Pérdida calidad de módulo
	-1.00%	LID - Degradación inducida por luz
	-0.60%	Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas
	-0.17%	Desajuste de irradiancia posterior
	-0.70%	Pérdida óhmica del cableado
8776 MWh		**Energía virtual del conjunto en MPP**
	-1.14%	Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)
	-1.48%	Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal
	0.00%	Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima
	0.00%	Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal
	0.00%	Pérdida del inversor debido al umbral de potencia
	0.00%	Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje
	0.00%	Consumo nocturno
8547 MWh		**Energía disponible en la salida del inversor**
	-0.56%	Auxiliares (ventiladores, otros ...)
	-0.87%	Pérdidas óhmicas CA
	-1.07%	Pérdida de transfo de voltaje medio
	-0.01%	Pérdida óhmica de línea MV
	-2.43%	Energía inutilizada (limitación de la red)
8132 MWh		**Energía activa inyectada en la red**
0 MVARh		Energía reactiva a la red: Cos(phi) prom. = 1.000
8132 MVAh		**Energía aparente a la red**

Gráficos predefinidos

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Evaluación P50 - P90

Datos meteo

Fuente	SolarGIS Monthly aver. , period not spec.
Tipo	TMY, multianual
Variabilidad año a año(Varianza)	2.5 %
Desviación especificada	
Cambio climático	0.0 %

Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros

Modelado/parámetros del módulo FV	1.0 %
Incertidumbre eficiencia inversor	0.5 %
Incertidumbres de suciedad y desajuste	1.0 %
Incertidumbre de degradación	1.0 %

Variabilidad global (datos meteo + sistema)

Variabilidad (Suma cuadrática)	3.1 %

Probabilidad de producción anual

Variabilidad	251 MWh
P50	8132 MWh
P90	7811 MWh
P95	7720 MWh

Distribución de probabilidad

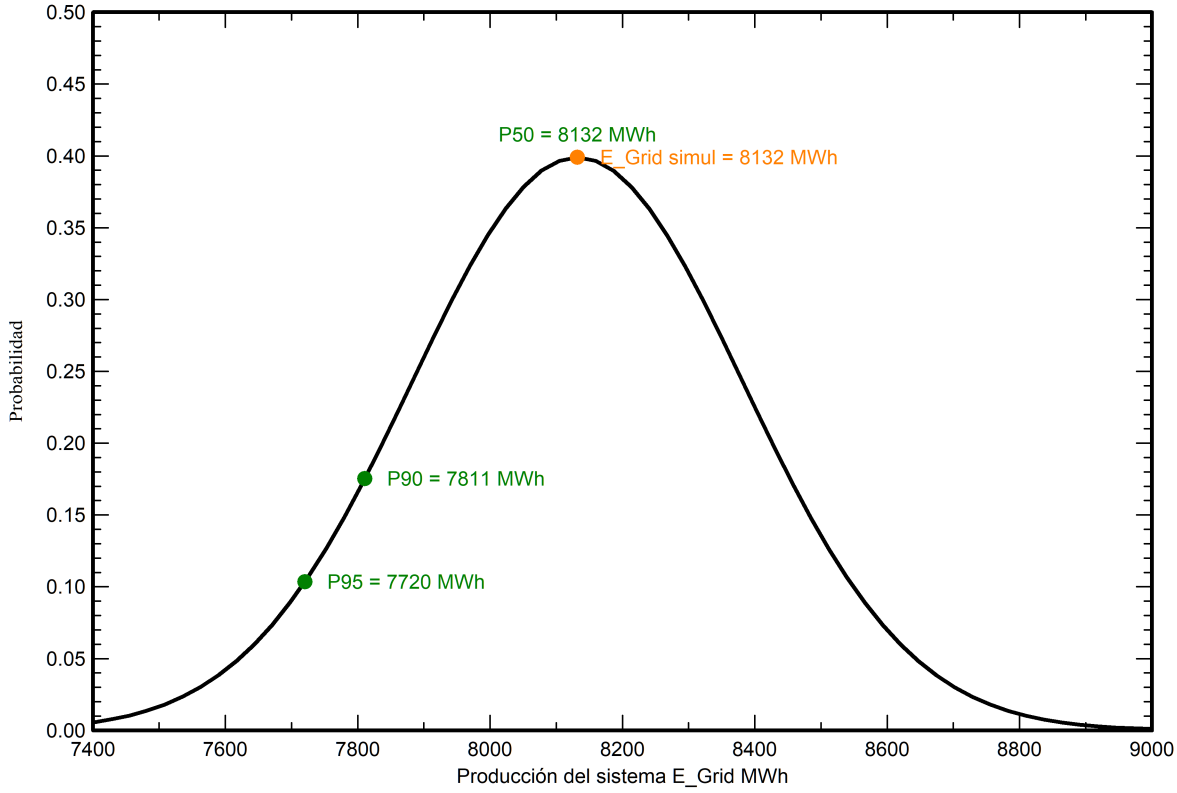
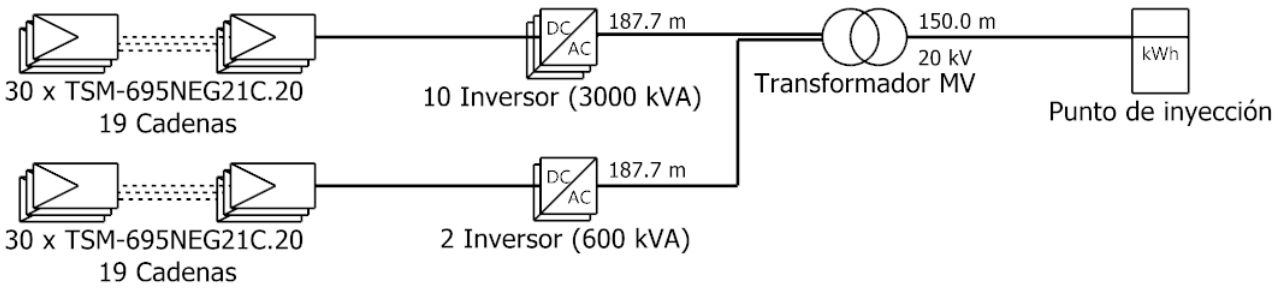


Diagrama unifilar

PVsyst V7.4.6
VCF, Fecha de simulación:
06/05/24 10:41
con V7.4.6



Módulo FV	TSM-695NEG21C.20
Inversor	SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2
Cadena	30 x TSM-695NEG21C.20

NEXER - CASABLANCA

VCF : CASABLANCA R01 - FIJA 2V 25º - TRIN695 - BIFACIAL - HUAW330

06/05/24

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO II. CÁLCULOS SECCIÓN DE CONDUCTORES CC Y CA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLE. 4

2 TENSIÓN NOMINAL 8

3 FÓRMULAS UTILIZADAS 9

3.1 INTENSIDAD DE CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA MONOFÁSICA 9
3.2 INTENSIDAD DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA 9
3.3 CAÍDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN EN CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA MONOFÁSICA 9
3.4 CAÍDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN EN CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA 10
3.5 PUESTA A TIERRA 10

4 REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CABLEADO. 11

5 FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA. 14

6 CRITERIO DE ISC PARA CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR. 18

7 RESULTADOS 21

7.1 CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA GENERAL 21
7.2 CALCULO DE FUSIBLES 22
7.3 CALCULO DE SECCIONES DE CABLES 27

1 CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLE.

La sección del cable debe ser finalmente verificada en función de la intensidad de corriente máxima de servicio que circulará por el cable. La corriente máxima que puede circular por un módulo, o por una rama (agrupación de módulos conectados en serie) se corresponde a la corriente de cortocircuito.

La corriente máxima admisible por los cables está influenciada por la temperatura ambiente, el agrupamiento de los cables y las conducciones utilizadas. Para la determinación de las corrientes admisibles reales de la instalación, los valores teóricos de corriente máxima deberán ser corregidos con los correspondientes factores de corrección asociados que indica la normativa.

Se divide en distintos tramos (de los módulos a los cuadros DC, de los cuadros DC a los inversores, …), cada uno de estos tramos tiene un método de instalación distinto, uno tipo de cable distinto, secciones distintas y coeficientes de corrección distintos.

Los cálculos se realizarán con respecto a la norma UNE-HD 60364-5-52:2014, HD 60364-5-52:2011, IEC 60364-5-52:2009 CORR 2011.

De esta norma en función del material del conductor, método de instalación, tipo de aislante y sección de conductor se obtendrán los valores de I máxima admisible del cable.

Para cable en instalación aérea:

HD 60364-5-52:2011 - 66 - AENOR

Tabla C.52.1 bis – Corrientes admisibles en amperios – Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de referencia de la tabla B.52.1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento																	
A1		PVC3	PVC2				XLPE 3		XLPE 2									
A2	PVC3	PVC2			XLPE 3		XLPE 2											
B1				PVC3		PVC2					XLPE 3				XLPE 2			
B2			PVC3	PVC2					XLPE 3		XLPE 2							
C						PVC3				PVC2			XLPE 3			XLPE 2		
E								PVC3				PVC2			XLPE 3		XLPE 2	
F										PVC3				PVC2		XLPE 3		XLPE 2
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm² Cobre																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	–
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	–
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	–
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	–
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	–
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	–
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
35	–	–	–	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
50	–	–	–	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
70	–	–	–	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
95	–	–	–	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
120	–	–	–	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	–	–	–	–	–	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
185	–	–	–	–	–	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	–	–	–	–	–	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617
Aluminio																		
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	–
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	–
6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	–
10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	–
16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	–
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
35	–	–	–	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
50	–	–	–	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
70	–	–	–	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
95	–	–	–	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
120	–	–	–	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
150	–	–	–	–	–	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353
185	–	–	–	–	–	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406
240	–	–	–	–	–	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482

Para cables enterrados:

HD 60364-5-52:2011 - 68 - AENOR

Tabla C.52.2 bis – Corrientes admisibles en amperios – Temperatura ambiente 25 °C en el terreno

Método de instalación	Sección mm²	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		PVC2	PVC3	XLPE2	XLPE3
D1/D2	Cobre				
	1,5	20	17	24	21
	2,5	27	22	32	27
	4	36	29	42	35
	6	44	37	53	44
	10	59	49	70	58
	16	76	63	91	75
	25	98	81	116	96
	35	118	97	140	117
	50	140	115	166	138
	70	173	143	204	170
	95	205	170	241	202
	120	233	192	275	230
	150	264	218	311	260
	185	296	245	348	291
	240	342	282	402	336
	300	387	319	455	380
D1/D2	Aluminio				
	2,5	20	17,5	24	21
	4	27	22	32	27
	6	34	28	40	34
	10	45	38	53	45
	16	58	49	70	58
	25	76	62	89	74
	35	91	76	107	90
	50	107	89	126	107
	70	133	111	156	132
	95	157	131	185	157
	120	179	149	211	178
	150	202	169	239	201
	185	228	190	267	226
	240	263	218	309	261
	300	297	247	349	295

Además, esta norma presenta coeficientes de corrección en función de la temperatura, de la resistividad del terreno o los circuitos que discurren en paralelo.

AENOR - 69 - HD 60364-5-52:2011

Tabla C.52.3 – Factores de reducción para grupos de varios circuitos o de varios cables multipolares (a utilizar con los valores de corrientes admisibles de la tabla C.52.1)

Punto	Disposición	Número de circuitos o de cables multipolares								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	–	–	–
3	Capa única fijada directamente al techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	–	–	–
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	–	–	–
5	Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridas de amarre, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	–	–	–

Para cumplir con este criterio la intensidad que circula en cada tramo tiene que ser superior a la máxima admisible que soporta el conductor empleado tras las pertinentes correcciones que marca la norma.

2 TENSIÓN NOMINAL

La caída de tensión medio será inferior al 1,5% en la parte de corriente continua y alterna y máximo de 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a las cajas de conexiones.

3 FÓRMULAS UTILIZADAS

3.1 INTENSIDAD DE CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA MONOFÁSICA

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

I: Intensidad en amperios [A].

P: Potencia en vatios [W].

V: Tensión en voltios [V].

Cos φ: Factor de potencia. (Cos φ = 1 para corriente continua).

3.2 INTENSIDAD DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

I: Intensidad en amperios [A].

P: Potencia en vatios [W].

U: Tensión entre fases en voltios [V].

Cos φ: Factor de potencia.

3.3 CAÍDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN EN CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA MONOFÁSICA

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot S}$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot e}$$

Donde:

e: Caída de tensión en voltios [V].

L: Longitud de la línea en metros [m].

I: Intensidad de la línea en amperios [A].

Cos φ: Factor de potencia. (Cos φ = 1 para corriente continua).

K: Conductividad (56 para Cu).

S: Sección del conductor en milímetros cuadrados [mm²].

3.4 CAÍDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN EN CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot S}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{K \cdot e}$$

Donde:

e: Caída de tensión en voltios [V].
L: Longitud de la línea en metros [m].
I: Intensidad de la línea en amperios [A].
Cos φ : Factor de potencia.
K: Conductividad (56 para Cu).
S: Sección del conductor en milímetros cuadrados [mm²].

3.5 PUESTA A TIERRA

Caso de pica vertical:

$$R = \frac{\rho}{\mathrm{n} \cdot L}$$

Caso de conductor enterrado horizontalmente):

$$R = \frac{2\rho}{L}$$

Donde:

R: Resistencia de tierra en Ohm [Ω].
ρ: Resistividad del terreno en Ohm por metro [Ωm].
n: Número de picas.
L: Longitud de la pica/conductor, ambos casos en metros [m].

4 REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE CABLEADO.

El criterio fundamental en el diseño de las secciones del cableado es el de reducir lo máximo posible las pérdidas resistivas en los cables, lo que se traduce en evitar pérdidas de energía generada en forma de calor (efecto Joule).

Como ya se ha mencionado el generador fotovoltaico generalmente operará a lo largo del año en torno al 80% de su potencia nominal debido a que las condiciones meteorológicas reales difieren notablemente de las condiciones de prueba de los módulos. Por lo tanto, la corriente de operación será generalmente inferior a la corriente nominal en condiciones estándar (STC). Por lo que una intensidad igual a la mitad de la corriente nominal del generador, implicará una reducción de las pérdidas por efecto Joule.

Por lo tanto, el diseño considerando las condiciones nominales de operación implicará un porcentaje de pérdidas menor que el esperado.

En el diseño del cableado de continua se debe considerar la caída de tensión máxima que se corresponde a la total desde los módulos fotovoltaicos hasta el inversor, por lo que, si existen varios tramos, cada uno puede tener una caída de tensión distinta pero la suma de las pérdidas en cada uno de ellos no debe superar esa caída de tensión definida. De esta forma se obtienen las distintas dimensiones de los cableados en función de las distancias que tengamos en cada caso.

La sección mínima calculada se deberá luego ajustar al valor nominal superior existente en el mercado y que cumpla con la normativa.

Una vez optimizada la sección del cable en cada uno de los tramos de manera de minimizar las pérdidas por efecto Joule, se debe comprobar que la sección seleccionada admite la correspondiente intensidad de corriente máxima del generador en cada tramo.

Por último, señalar que, para una eficaz protección de tierra y cortocircuito, es recomendable usar cables unipolares aislados para los positivos y negativos de la instalación.

El dimensionado del cableado de alterna dependerá igualmente de la energía a transportar y de la distancia a recorrer por la corriente eléctrica. A fin de optimizar la sección del cableado, emplearemos en su diseño el criterio de la caída de tensión máxima admisible.

Una vez optimizada la sección del cable en cada uno de los tramos de manera de minimizar las pérdidas por efecto Joule, se debe comprobar que la sección seleccionada admite la correspondiente intensidad de corriente máxima del generador en cada tramo.

Por otro lado, se realizan los cálculos de caídas de tensión, que como en el caso anterior se realiza por tramos y posteriormente se hace una sumatoria para ver la caída de tensión total.

Para el cálculo de caída de tensión en continua, se necesita conocer la conductancia en el conductor a la temperatura de funcionamiento, en este caso con la temperatura ambiente (del terreno o del suelo en función de si la instalación es bajo suelo o al aire), la temperatura de funcionamiento se obtiene de:

T=Tamb+(90-Tamb)(I/Imax adm)2*

Con dicha temperatura se puede obtener la resistividad del conductor de cobre (W mm2/m) con la siguiente fórmula y calculando la inversa obtenemos la conductancia que luego emplearemos en las caídas de tensión en este tramo en concreto.

Resistividad=0.018(1+0.00392*(T-20))*

Si el conductor fuera de aluminio la fórmula para obtener la resistividad del conductor de aluminio (W mm2/m) sería la que se ve a continuación, posteriormente calculando la inversa obtenemos la conductancia que luego emplearemos en las caídas de tensión en este tramo en concreto.

Resistividad=0.029(1+0.00403*(T-20))*

Como ya hemos explicado, la conductancia del conductor sería la inversa de la resistividad del conductor. Con dicho valor calculamos la caída de tensión en V y posteriormente en % (que es el coeficiente de la caída de tensión en voltios dividido de la tensión en el conductor).

*Caída de tensión=2*Imp*longitud del tramo/(sección del conductor*conductancia)*

En la parte de alterna, la fórmula para calcular la temperatura de funcionamiento es la misma y para el cálculo de la resistividad del conductor también.

Para calcular la caída de tensión en alterna en V y posteriormente en % (que es el coeficiente de la caída de tensión en voltios dividido de la tensión en el conductor) utilizaremos la siguiente fórmula:

*Caída de tensión=√3*Imp*longitud del tramo/(sección del conductor*conductividad)*

Al final del presente documento puede comprobar las tablas donde se ven los cálculos para los distintos tramos y los resultados globales por caja de nivel, así como el resultado sobre la condición de cumplir o no con la caída máxima de tensión permitida y la intensidad máxima admisible del conductor empleado.

5 FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA.

Para los cálculos de la sección del cable se ha considerado las siguientes fórmulas y tablas aplicables, a través de las cuales se puede ver la temperatura máxima que soportan los conductores en función de su aislante y los valores de corrección por temperatura.

Ya se ha indicado anteriormente que, cuando la temperatura ambiente es distinta a los 40ºC, las intensidades de las tablas se deberán multiplicar por un factor de corrección que tenga en cuenta el distinto salto térmico a utilizar en:

$$I = \sqrt{(\Delta\theta / n \cdot R_E \cdot R_T)}$$

Fórmula que nos da la intensidad admisible en un conductor a partir de la ley de Ohm eléctrica y la "ley de Ohm térmica".

Según la "ley de Ohm térmica" la potencia disipada en forma de calor del cable:

$$\Delta\theta = P \cdot R_T \rightarrow P = \frac{\Delta\theta}{R_T}$$

Según la ley de Ohm eléctrica, la potencia generada en forma de calor de un cable con n conductores activos:

$$P = n \cdot R_E \cdot I^2$$

Donde:

RE representa la resistencia óhmica del cable (Ω/m)
RT la resistencia térmica del ambiente que le rodea (ºC·m/W)
Δθ es la diferencia de temperatura entre el conductor (TC=90ºC) y el ambiente que le rodea TT(ºC)
n es el número de conductores activos con carga en la línea (3 en caso de circuitos trifásicos y 2 en monofásicos).

Igualando los términos tenemos la relación de I con la temperatura del ambiente:

$$I = \sqrt{\Delta\theta / n \cdot R_E \cdot R_T}$$

Y con esta fórmula obtenemos el valor del coeficiente a aplicar según la temperatura del terreno.

$$I' = \sqrt{(\Delta\theta'/n \cdot R_E \cdot R_T)}$$

$$K = \frac{I'}{I} = \frac{\sqrt{\Delta\theta'}}{\sqrt{\Delta\theta}}$$

Para termoplásticos:

$$\mathrm{K} = \sqrt{\frac{70 - \theta a'}{70 - 40}}$$

Para termoestables:

$$K = \sqrt{\frac{90 - \theta a'}{90 - 40}}$$

Por tanto, este factor de corrección por temperatura valdrá, en el caso de cables con aislamiento termoplástico tipo PVC (soportan 70ºC en régimen permanente) y en los de aislamiento termoestable tipo XLPE o EPR (soportan 90ºC en régimen permanente).

Sobre la base de estas expresiones se han obtenido los factores de corrección que se indican a continuación:

Tabla B.52.14 – Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en el aire

Temperatura ambiente [a] °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral[a]	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

[a] Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Luego cuando la temperatura ambiente será inferior a 40ºC, la mejor refrigeración de los cables les permitirá transportar corrientes superiores. Recíprocamente, temperaturas ambientes más elevadas deben corresponderse con corrientes más reducidas. Esto es especialmente importante cuando en canalizaciones antiguas se añaden nuevos circuitos a los ya existentes. Si no se tiene en cuenta la mayor temperatura ambiente que suponen estos nuevos cables y se reduce la carga de los circuitos antiguos se pueden producir sobrecalentamientos peligrosos para la instalación. En estos casos hay que recalcular las intensidades de cada circuito teniendo en cuenta el agrupamiento final resultante.

Los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20ºC a aplicar para cables (en conductos enterrados):

Tabla B. 52.15 – Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en conductos en el suelo

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Factores de corrección por resistividad del terreno.

La normativa vigente considera la resistividad estándar del terreno de 2,5 K·m/W frente a 1 K·m/W de otras versiones, lo que supone una drástica reducción de las intensidades admisibles en cables enterrados en instalaciones interiores o receptoras (las que no son redes de distribución) frente al método que se venía utilizando hasta ahora proveniente de la ITC-BT-07.

Tabla B.52.16 – Factores de corrección para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados para terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para el método de referencia D

Resistividad térmica K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección para cables en conductos enterrados	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Factor de corrección para cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

NOTA 1 Los factores de corrección dados están promediados para los rangos de dimensiones de conductores y los tipos de instalación de las tablas B.52.2 a B.52.5. La precisión global de los factores de corrección es de ±5%.

NOTA 2 Los factores de corrección se aplican a los cables en conductos enterrados; para cables tendidos directamente en el terreno los factores de corrección para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K·m/W serán más elevados. Si se necesitan valores más precisos, pueden calcularse por medio de los métodos dados en la Norma IEC 60287.

NOTA 3 Los factores de corrección se aplican a los conductos enterrados hasta una profundidad de 0,8 m.

NOTA 4 Se asume que las propiedades del terreno son uniformes. No se ha contemplado la posibilidad de la migración de humedad que puede comportar la existencia de una región de alta resistividad térmica alrededor del cable. Si se prevé el secado parcial del terreno, la corriente admisible debería determinarse a partir de los métodos especificados en la Norma IEC 60287.

6 CRITERIO DE ISC PARA CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR.

Según la norma IEC 60364-4-43 en el punto 434.5:

Table 43A – Values of *k* for conductors

Property/ condition	Type of conductor insulation							
	PVC Thermoplastic		PVC Thermoplastic 90°C		EPR XLPE Thermosetting	Rubber 60 °C Thermosetting	Mineral PVC sheathed	Mineral Bare unsheathed
Conductor cross-sectional area mm²	≤ 300	>300	≤ 300	>300				
Initial temperature °C	70		90		90	60	70	105
Final temperature °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Conductor material:								
Copper	115	103	100	86	143	141	115	135 -115 [a]
Aluminium	76	68	66	57	94	93	–	–
Tin-soldered joints in copper conductors	115	–	–	–	–	–	–	–

[a] This value shall be used for bare cables exposed to touch.

NOTE 1 Other values of *k* are under consideration for:

- small conductors (particularly for cross-sectional areas less than 10 mm²);
- other types of joints in conductors;
- bare conductors.

NOTE 2 The nominal current of the short-circuit protective device may be greater than the current-carrying capacity of the cable.

NOTE 3 The above factors are based on IEC 60724.

NOTE 4 See Annex A of IEC 60364-5-54:2002 for the calculation-method of factor *k*.

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Donde:

S es la sección del conductor de protección, en mm^2.
I es el valor eficaz de la corriente de defecto que puede atravesar el dispositivo de protección para un defecto de impedancia despreciable, en amperios.
t es el tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en segundos.
k es el factor cuyo valor depende de la naturaleza del material del conductor de protección de los aislamientos y otras partes y de las temperaturas inicial y final (para la determinación véase tabla 43A).

Para otros valores se puede calcular k de la siguiente forma:

El factor k viene determinado por la fórmula:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c\,(B_o + 20)}{\rho_{20}} \cdot \ln\left(1 + \frac{\theta_f - \theta_i}{B_o + \theta_i}\right)}$$

Donde:

Q_c: es la capacidad térmica volumétrica del material conductor (J/ºC · m³).
B_o: es la inversa del coeficiente de temperatura de la resistividad a 0 ºC para el conductor (ºC).
ρ_{20}: es la resistividad eléctrica del material conductor a 20 ºC (Ω · m).
θ_i: es la temperatura inicial del conductor (ºC).
θ_f: es la temperatura final del conductor (ºC).
k: es la expresión ($A \cdot s^{1/2} \cdot mm^{-2}$).

Material	B_0 (ºC)	C_v (J/ºC · m³)	ρ_{20} (Ω · m)
Cobre	234,5	$3{,}45 \cdot 10^6$	$17{,}241 \cdot 10^{-9}$
Aluminio	228	$2{,}5 \cdot 10^6$	$28{,}264 \cdot 10^{-9}$

Para conductores de cobre desnudos que no corren riesgo de dañar materiales próximos para las temperaturas indicadas (tabla 54E de la UNE 20-460-90/5-54):

Qc=3,45E-03 J/ºCmm3
B=234,5ºC
ρ20=17,241E-6 Ωmm
θi=30ºC
θf=200ºC
Sustituyendo:
k=159

Con todo ello se puede comprobar que la sección del conductor de la red de tierra es adecuada para la máxima corriente admisible que permite la celda en corta duración y el tiempo de corte de los fusibles instalados en la celda, que en este caso es inferior a 0,05 segundos.

Calculando la sección:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Con:

I=16000A

k=159

t=0,05s

S= 23mm²<sección del cable que se va a utilizar.

Para comprobar el resto de conductores no desnudos:

El valor de k es 143 para cobre y 94 para aluminio para conductores XLPE Y EPR, con temperatura inicial de 90ºC y temperatura final 250ºC.

$$I^2t=k^2S^2$$

Se puede comprobar la Isc que los distintos conductores pueden soportar.

Para el conductor solar de Cu 10 mm^2, K = 143, t = 5s, el resultado es I = 639,5A. Como la Isc máx en este cable es la del módulo que está en torno a 18,28A y se puede concluir que está correcto.

Para el conductor solar de Cu 6 mm^2, K = 143, t = 5s, el resultado es I = 383,71A. Como la Isc máx en este cable es la del módulo que está en torno a 18,28A y se puede concluir que está correcto.

Para el conductor de Al 300 mm^2, K = 94, t = 5s, el resultado es I = 12.611A. Como la Isc máx en este cable es la corriente máxima para los inversores, que es inferior a 238,2 A, se puede concluir que está correcto.

Para el conductor de Al 400 mm^2, K = 94, t = 5s, el resultado es I = 16.815A. Como la Isc máx en este cable es la corriente máxima para los inversores, que es inferior a 238,2 A, se puede concluir que está correcto.

7 RESULTADOS

7.1 CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA GENERAL

ELECTRICAL DESIGN STRING

POWER PLANT		
Total Power Plant	4.753.800	Wp
Trafo Station / Plant	1	ud
No. Inverter / TS	12	ud
No. Inverter / Plant	12	ud
Total No. Strings	228	ud
Power Peak / Inverter	396.150	Wp
Power Peak / TS	4.753.800	Wp
Nominal Power	3.600	kW

GENERAL INFORMATION		
Ratio DC/AC	1,20	
I String fuse >	22,85	.--> 25 A
I CB fuse >	639,8	.-->800 A
Cos ϕ	1,00	
Average voltage drop (Average AC)	1,10%	
Maximum voltage drop (Max AC)	1,50%	
Average voltage drop (Average DC)	0,60%	
Maximum voltage drop (Max DC)	1,50%	

INVERTER: Huawei SUN2000-330KTL-H3			
P_{MAXIMA}		330	kW
$P_{NOMINAL}$		300	kW
V_{OC}		1500	V
Nominal input voltage (startup)		550	V
Range Mppt max V_{DC}		1500	V
Range Mppt min V_{DC}		500	V
I_{mpp} max (DC)		390	A
I_{SC} max (DC)		690	A
Nominal (AC) Voltage		800	V
Maxima (AC) Current		238,2	A
Nominal (AC) Power at	Cos ϕ = 1	330,06	kW
Nº inputs Inverter		28	
I_{CC} max (DC) (per input)		24,64	A
I max /etape (AC)		65	A
Pmax/Pnom (%)		100,02%	

MODULE: TRINA TSM-NEG21C.20 695W		
P	695	Wp
V_{mpp}	40,3	V
I_{mpp}	17,25	A
V_{OC}	48,3	V
Isc	18,28	A
Δt V_{OC}	-0,11592	V / ºC
Δt I_{SC}	0,00731	A/ºC
Δt V_{mpp}	-0,1209	V/ºC
Vmax	1500	V
NOTC	43	ºC
U (Factor de pérdida térmica)	29	W/m²·k
Eficiencia	22,4%	

Setting String		
Modules/string	30	modules
Strings/inverter	19	strings
Power / inverter	396.150	Wp
Modules per inverter	570	ud
Modules / Trafo Station	6.840	ud
Modules Plant	6.840	ud
Inverters / Trafo Station	12	ud
Trafo Station / Plant	1	ud
Inverters / Plant	12	ud
Isc (DC) / Inverter	347,32	A
Vmpp / Inverter	1209	V

Electrical Parameters		
Check Isc input to inverter @ max ambient temp	OK	
Check Impp input to inverter @ max ambient temp	OK	
Check Voc input to system @ min ambient temp	OK	
Check Vmpp input to inverter @ max ambient temp	OK	
Impp max input inv. @ max cell temp (Ipanel x strings < Impp inv)	333,41	A
Isc max input inv. @ max cell temp (Ipanel x strings < Isc inv)	352,98	A
Voc input to sys. @ min cell temp (Voc panel x modules < Voc sys.)	1499,00	V
Vmpp input to inv. @ max cell temp (Vmpp panel x modules > Vmin inv)	1045,35	V
I_{SC} MPPT inverter	18,28	A
I_{mpp} Inverter	327,75	A
P_{DC} String	20850	Wp
Nº strings max/inverter	28	
P_{max}/inv	583.800	Wp
Imaxpot/inv	483	A

Meteorological Information. Method IEC					
Tmin	-4,60	ºC	Irradiance in the array @Tmin	223,9	W/m2
Tmax	39,00	ºC	Irradiance in the array @Tmax	755,9	W/m2
To	20	ºC	T cell @Tmin	1,84	ºC
			Tcell @Tmax	60,73	ºC

Meteorological Information. Method PVsyst					
Tmin	-4,60	ºC	Irradiance in the array @Tmin	223,9	W/m2
Tmax	39,00	ºC	Irradiance in the array @Tmax	755,9	W/m2
To	25	ºC	T cell @Tmin	0,79	ºC
			Tcell @Tmax	57,20	ºC

7.2 CALCULO DE FUSIBLES

Para los cálculos de los fusibles empleados en AC se han considerado las siguientes fórmulas y tablas aplicables de la instrucción técnica complementaria *ITC-BT-22: Protección contra sobre intensidades*.

A continuación, se explica la aplicación de las dos condiciones que deben cumplir los fusibles de la línea que se pretenda proteger.

- ***CONDICIÓN 1:***

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde:
I_b: corriente de diseño del circuito correspondiente.
I_n: corriente nominal del fusible.
I_z: corriente máxima admisible del conductor protegido.

Esta condición indica físicamente que el fusible debe dejar pasar la corriente necesaria para que la instalación funcione según la demanda prevista, pero no debe permitir que se alcance una corriente que deteriore el cable, concretamente, su aislamiento, que es la parte débil.

La intensidad de diseño se calcula a partir de las fórmulas previamente expuestas en este anexo, tomando en cuenta que la potencia será la correspondiente al tramo de la instalación que estemos protegiendo.

Los valores normalizados de fusibles son los que se muestran en la siguiente tabla:

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

Intensidades Nominales normalizadas de los fusibles de BT

La corriente máxima admisible del conductor protegido se obtiene de la forma previamente explicada en este anexo.

- ***CONDICIÓN 2:***

$$I_f \leq 1{,}45 \cdot I_z$$

Donde:
I_f: corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces los fusibles han de actuar, fundiéndose, durante el tiempo convencional se mantiene la corriente convencional de fusión.

La I_z se obtiene de la siguiente tabla:

In (A)	Tiempo convencional (h)	I_f Corriente convencional de fusión
In ≤ 4	1	2,1 In
4 < In ≤ 16	1	1,9 In
16 < In ≤ 63	1	1,6 In
63 <In ≤ 160	2	1,6 In
160 <In ≤ 400	3	1,6 In
400 < In	4	1,6 In

Dadas las características de la instalación a proteger, los fusibles tendrán siempre un valor de corriente nominal superior a 63 A, por tanto, la segunda condición quedaría:

$$1{,}6 \cdot I_n \leq 1{,}45 \cdot I_z$$

Ejemplo de diseño:
Si tomamos como ejemplo de cálculo un posible tramo de la instalación:
Potencia: 300 kW
Sección del conductor del tramo: 300 mm^2

Aplicando la CONDICIÓN 1, necesitaríamos un fusible con un valor de I_n de 250 A

$$238{,}2\ A \leq I_n \leq 290{,}47\ A$$

Aplicando la CONDICIÓN 2, y dado que el fusible tiene una corriente nominal mayor a 160 A, se tendría:

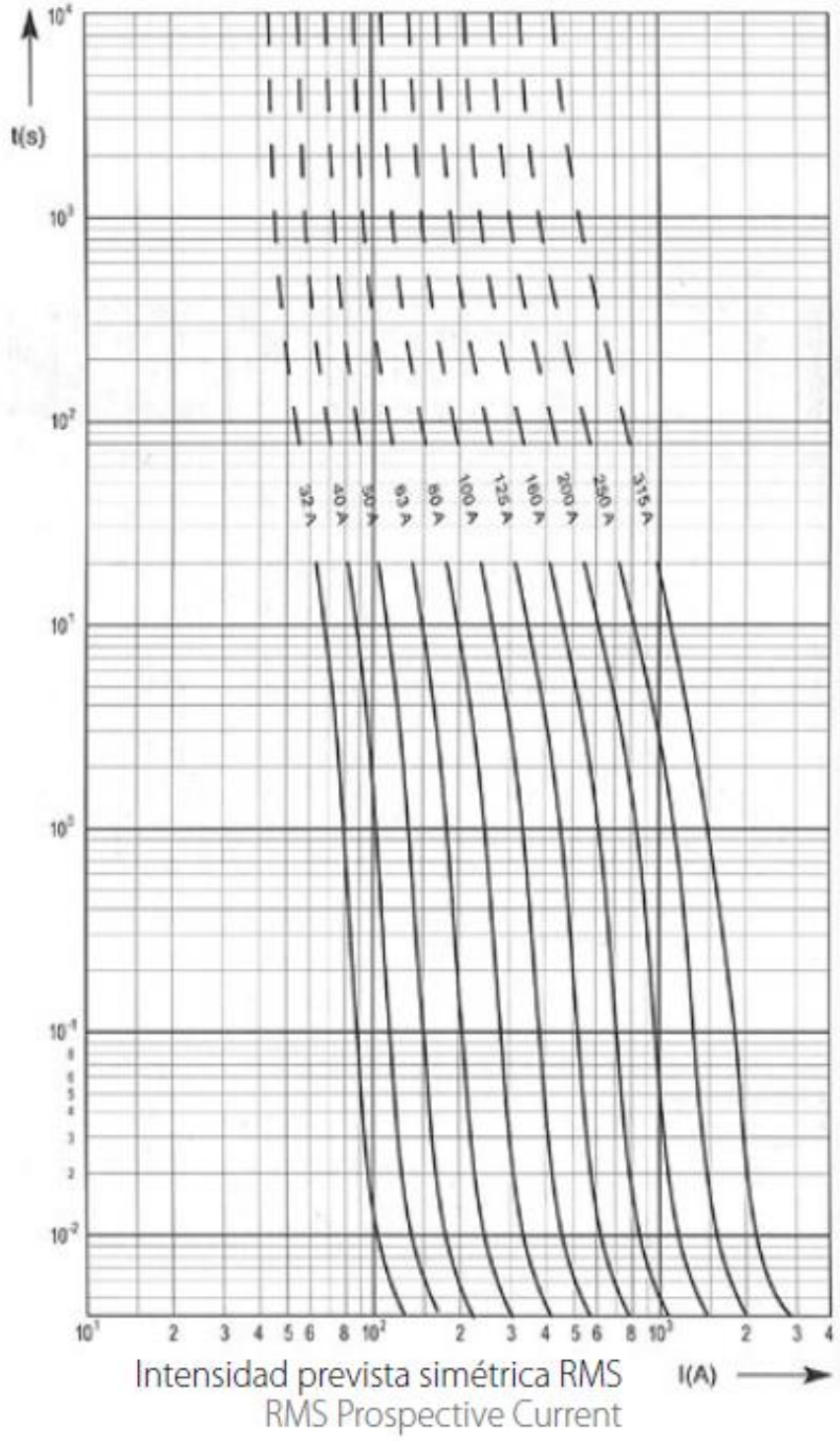
$$I_n \leq \frac{1{,}45}{1{,}6} \cdot 290{,}47\ A \quad \rightarrow \quad I_n \leq 263{,}23\ A$$

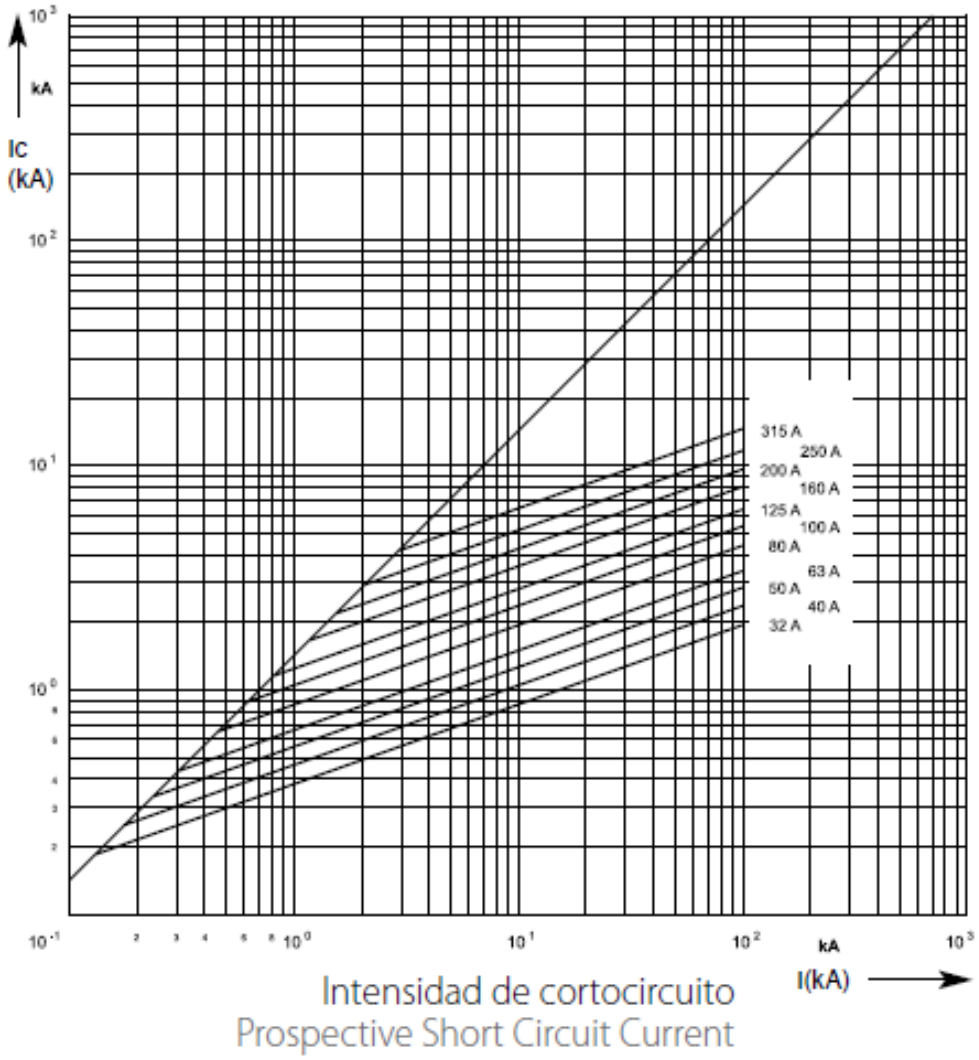
Por tanto, el fusible elegido para este tramo en concreto sería uno con una corriente nominal de 250 A, cumpliendo así ambas condiciones.

Los cálculos por cada línea, a continuación:

	FUSES INPUT DC BOX (INVERTER)							
Line Code	**Sección**	**Ib**	**Iz**	**If**	**If***	**In**	**Condición 1**	**Condición 2**
CT1.I1	300,00	238,20	290,47	400	421,18	**250**	**ok**	**ok**
CT1.I2	300,00	238,20	290,47	400	421,18	**250**	**ok**	**ok**
CT1.I3	300,00	238,20	290,47	400	421,18	**250**	**ok**	**ok**
CT1.I4	300,00	238,20	290,47	400	421,18	**250**	**ok**	**ok**
CT1.I5	300,00	238,20	290,47	400	421,18	**250**	**ok**	**ok**
CT1.I6	300,00	238,20	290,47	400	421,18	**250**	**ok**	**ok**
CT1.I7	300,00	238,20	290,47	400	421,18	**250**	**ok**	**ok**
CT1.I8	300,00	238,20	290,47	400	421,18	**250**	**ok**	**ok**
CT1.I9	400,00	238,20	343,93	400	498,69	**250**	**ok**	**ok**
CT1.I10	400,00	238,20	343,93	400	498,69	**250**	**ok**	**ok**
CT1.I11	400,00	238,20	343,93	400	498,69	**250**	**ok**	**ok**
CT1.I12	400,00	238,20	343,93	400	498,69	**250**	**ok**	**ok**

A continuación, se muestra n las curvas de los fusibles seleccionados:


t(s)
32 A
40 A
50 A
63 A
80 A
100 A
125 A
160 A
200 A
250 A
315 A
Intensidad prevista simétrica RMS
RMS Prospective Current
I(A)


kA
Ic
(kA)
315 A
250 A
200 A
160 A
125 A
100 A
80 A
63 A
50 A
40 A
32 A
kA
I(kA)
Intensidad de cortocircuito
Prospective Short Circuit Current

7.3 CALCULO DE SECCIONES DE CABLES

DESIGN DATA MODULE: TRINA TSM-NEG21C.20 695W		
Maximum power module	695	Wp
Voltage at maximum power (Vmax)	40,30	V
Open circuit voltage (Voc)	48,3	V
short-circuit current (Isc)	18,28	A
Current at Maximum Power (Impp)	17,25	A
Temperature Coefficient of Vmpp	-120,9	mV/ºC
Ambient air temperature (max.)	39,0	ºC
Soil temperature	20	ºC
T cell @Tmin	1,84	ºC
Tcell @Tmax	60,73	ºC
No. modules in series	30	modules
Average voltage drop (Average DC)	1,00%	
Maximum voltage drop (Max DC)	1,50%	
Temperature Coefficient of Isc	7,312	mA/ºC
Thermal resistivity	0,82	m K/W

VD MAX TOTAL	1,481%
VD AVG. TOTAL	0,864%
DELTA MAX	1,346%

UNE-HD 60364-5-52:2014_method B
HD 60364-5-52:2011_method B
IEC 60364-5-52:2009 CORR 2011_method B

CT	1

CABLE CALCULATIONS (VOLTAGE DROP AND MAXIMUM CURRENT)

CASABLANCA

POWER STATION 1 - INVERTER 1 to 12

Line code	From	To	PS	Inverter	String	PVCASE	No. of branches grouped	Max. grouped circuits	Cable material	Installation Type (Installation Method)	Cable Type	Power in Circuit (kWp)	Maximum Voltage (V)	Maximum Current (A)	Section (mm2)	n (Conductors Per Phase)	N (Active Poles)	Nc (Circuits in Parallel)	Factor Current	Distance Between Cables	Length (m)	Total Length (m)	Cable Temperature (ºC)	Voltage drop (%)	Máx Voltage Drop in Circuit (%)	Ampacity (A)	Thermal Resistivity Factor (Kr)	Temperature Factor (Kt)	Group Cables Factor (Ka)	Overall Reduction Factor (K)	Current Rating (A)	Line Current (A)	Oversizing (A)	Voltage Drop	Maximum Current
CT1.I1.S01	String	Inverter	1	1	1	String 1-1-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	43,8	87,5	34,39	0,286%	0,286%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S02	String	Inverter	1	1	2	String 1-1-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	46,2	92,4	34,39	0,302%	0,302%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S03	String	Inverter	1	1	3	String 1-1-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	83,9	167,9	34,39	0,548%	0,548%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S04	String	Inverter	1	1	4	String 1-1-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	86,4	172,7	34,39	0,564%	0,564%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S05	String	Inverter	1	1	5	String 1-1-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	20,8	41,5	34,39	0,136%	0,136%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S06	String	Inverter	1	1	6	String 1-1-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	23,2	46,4	34,39	0,151%	0,151%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S07	String	Inverter	1	1	7	String 1-1-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	61,5	123,0	34,39	0,402%	0,402%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S08	String	Inverter	1	1	8	String 1-1-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	44,4	88,7	34,39	0,290%	0,290%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S09	String	Inverter	1	1	9	String 1-1-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	46,8	93,6	34,39	0,306%	0,306%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S010	String	Inverter	1	1	10	String 1-1-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	85,1	170,2	34,39	0,556%	0,556%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S011	String	Inverter	1	1	11	String 1-1-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	53,9	107,8	34,39	0,352%	0,352%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S012	String	Inverter	1	1	12	String 1-1-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	56,3	112,6	34,39	0,368%	0,368%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S013	String	Inverter	1	1	13	String 1-1-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	144,4	288,8	34,39	0,943%	0,943%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S014	String	Inverter	1	1	14	String 1-1-14	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	65,2	130,5	34,39	0,426%	0,426%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S015	String	Inverter	1	1	15	String 1-1-15	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	53,3	106,6	34,39	0,348%	0,348%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S016	String	Inverter	1	1	16	String 1-1-16	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	55,7	111,4	34,39	0,364%	0,364%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S017	String	Inverter	1	1	17	String 1-1-17	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	93,5	186,9	34,39	0,611%	0,611%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S018	String	Inverter	1	1	18	String 1-1-18	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	95,9	191,8	34,39	0,627%	0,627%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I1.S019	String	Inverter	1	1	19	String 1-1-19	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	126,0	252,1	34,39	0,824%	0,824%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	0,943%									OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,421%									OK	
																								DELTA MAX	0,808%										
CT1.I2.S01	String	Inverter	1	2	1	String 1-2-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	43,2	86,5	45,82	0,491%	0,491%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S02	String	Inverter	1	2	2	String 1-2-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	83,4	166,8	45,82	0,947%	0,947%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S03	String	Inverter	1	2	3	String 1-2-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	85,8	171,7	45,82	0,975%	0,975%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S04	String	Inverter	1	2	4	String 1-2-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	124,2	248,3	45,82	1,409%	1,409%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S05	String	Inverter	1	2	5	String 1-2-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	51,4	102,9	45,82	0,584%	0,584%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S06	String	Inverter	1	2	6	String 1-2-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	53,9	107,7	45,82	0,611%	0,611%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S07	String	Inverter	1	2	7	String 1-2-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	94,0	188,1	45,82	1,068%	1,068%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S08	String	Inverter	1	2	8	String 1-2-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	42,3	84,6	45,82	0,480%	0,480%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S09	String	Inverter	1	2	9	String 1-2-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	44,7	89,5	45,82	0,508%	0,508%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S010	String	Inverter	1	2	10	String 1-2-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	82,5	165,0	45,82	0,937%	0,937%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S011	String	Inverter	1	2	11	String 1-2-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	84,9	169,8	45,82	0,964%	0,964%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S012	String	Inverter	1	2	12	String 1-2-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	122,7	245,4	45,82	1,393%	1,393%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S013	String	Inverter	1	2	13	String 1-2-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	125,1	250,2	45,82	1,420%	1,420%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S014	String	Inverter	1	2	14	String 1-2-14	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	20,7	41,3	45,82	0,235%	0,235%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S015	String	Inverter	1	2	15	String 1-2-15	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	23,1	46,2	45,82	0,262%	0,262%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S016	String	Inverter	1	2	16	String 1-2-16	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	60,8	121,7	45,82	0,691%	0,691%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S017	String	Inverter	1	2	17	String 1-2-17	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	63,3	126,5	45,82	0,718%	0,718%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S018	String	Inverter	1	2	18	String 1-2-18	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	101,0	202,1	45,82	1,147%	1,147%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I2.S019	String	Inverter	1	2	19	String 1-2-19	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	103,4	206,9	45,82	1,174%	1,174%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,42%									OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,84%									OK	
																								DELTA MAX	1,19%										
CT1.I3.S01	String	Inverter	1	3	1	String 1-3-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	60,0	120,0	45,82	0,681%	0,681%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S02	String	Inverter	1	3	2	String 1-3-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	62,4	124,9	45,82	0,709%	0,709%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S03	String	Inverter	1	3	3	String 1-3-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	50,9	101,8	45,82	0,578%	0,578%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S04	String	Inverter	1	3	4	String 1-3-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	53,3	106,6	45,82	0,605%	0,605%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S05	String	Inverter	1	3	5	String 1-3-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	91,1	182,2	45,82	1,034%	1,034%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S06	String	Inverter	1	3	6	String 1-3-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	93,5	187,0	45,82	1,062%	1,062%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S07	String	Inverter	1	3	7	String 1-3-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	41,7	83,4	45,82	0,473%	0,473%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S08	String	Inverter	1	3	8	String 1-3-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	44,1	88,2	45,82	0,501%	0,501%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S09	String	Inverter	1	3	9	String 1-3-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	81,9	163,8	45,82	0,930%	0,930%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S010	String	Inverter	1	3	10	String 1-3-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	84,3	168,6	45,82	0,957%	0,957%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S011	String	Inverter	1	3	11	String 1-3-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	20,7	41,4	45,82	0,235%	0,235%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S012	String	Inverter	1	3	12	String 1-3-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	23,1	46,2	45,82	0,262%	0,262%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S013	String	Inverter	1	3	13	String 1-3-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	60,9	121,8	45,82	0,691%	0,691%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S014	String	Inverter	1	3	14	String 1-3-14	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	63,3	126,6	45,82	0,719%	0,719%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S015	String	Inverter	1	3	15	String 1-3-15	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	42,2	84,5	45,82	0,479%	0,479%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S016	String	Inverter	1	3	16	String 1-3-16	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	44,6	89,3	45,82	0,507%	0,507%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S017	String	Inverter	1	3	17	String 1-3-17	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	82,4	164,8	45,82	0,935%	0,935%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S018	String	Inverter	1	3	18	String 1-3-18	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	84,8	169,7	45,82	0,963%	0,963%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I3.S019	String	Inverter	1	3	19	String 1-3-19	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	91,7	183,4	45,82	1,041%	1,041%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	1,06%									OK	
																								VD AVG. TOTAL	0,70%									OK	
																								DELTA MAX	0,83%										

CABLE CALCULATIONS (VOLTAGE DROP AND MAXIMUM CURRENT)

CASABLANCA

POWER STATION 1 - INVERTER 1 to 12

Line code	From	To	PS	Inverter	String	PVCASE	No. of branches grouped	Max. grouped circuits	Cable material	Installation Type (Installation Method)	Cable Type	Power in Circuit (kWp)	Maximum Voltage (V)	Maximum Current (A)	Section (mm2)	n (Conductors Per Phase)	N (Active Poles)	Nc (Circuits in Parallel)	Factor Current	Distance Between Cables	Length (m)	Total Length (m)	Cable Temperature (ºC)	Voltage drop (%)	Máx Voltage Drop in Circuit (%)	Ampacity (A)	Thermal Resistivity Factor (Kr)	Temperature Factor (Kt)	Group Cables Factor (Ka)	Overall Reduction Factor (K)	Current Rating (A)	Line Current (A)	Oversizing (A)	Voltage Drop	Maximum Current
CT1.I4.S01	String	Inverter	1	4	1	String 1-4-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	93,2	186,4	45,82	1,058%	1,058%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S02	String	Inverter	1	4	2	String 1-4-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	95,6	191,2	45,82	1,085%	1,085%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S03	String	Inverter	1	4	3	String 1-4-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	54,9	109,8	45,82	0,623%	0,623%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S04	String	Inverter	1	4	4	String 1-4-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	78,4	156,8	45,82	0,890%	0,890%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S05	String	Inverter	1	4	5	String 1-4-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	80,8	161,6	45,82	0,917%	0,917%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S06	String	Inverter	1	4	6	String 1-4-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	40,1	80,1	45,82	0,455%	0,455%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S07	String	Inverter	1	4	7	String 1-4-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	41,1	82,2	45,82	0,466%	0,466%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S08	String	Inverter	1	4	8	String 1-4-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	43,5	87,0	45,82	0,494%	0,494%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S09	String	Inverter	1	4	9	String 1-4-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	2,8	5,5	45,82	0,031%	0,031%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S010	String	Inverter	1	4	10	String 1-4-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	67,4	134,9	45,82	0,766%	0,766%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S011	String	Inverter	1	4	11	String 1-4-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	69,8	139,7	45,82	0,793%	0,793%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S012	String	Inverter	1	4	12	String 1-4-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	29,1	58,2	45,82	0,331%	0,331%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S013	String	Inverter	1	4	13	String 1-4-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	71,1	142,2	45,82	0,807%	0,807%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S014	String	Inverter	1	4	14	String 1-4-14	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	73,5	147,0	45,82	0,834%	0,834%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S015	String	Inverter	1	4	15	String 1-4-15	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	69,8	139,5	45,82	0,792%	0,792%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S016	String	Inverter	1	4	16	String 1-4-16	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	109,2	218,5	45,82	1,240%	1,240%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S017	String	Inverter	1	4	17	String 1-4-17	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	111,6	223,3	45,82	1,267%	1,267%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S018	String	Inverter	1	4	18	String 1-4-18	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	69,0	138,1	45,82	0,784%	0,784%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I4.S019	String	Inverter	1	4	19	String 1-4-19	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	71,4	142,9	45,82	0,811%	0,811%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	**1,27%**										OK
																								VD AVG. TOTAL	**0,76%**										OK
																								DELTA MAX	**1,24%**										
CT1.I5.S01	String	Inverter	1	5	1	String 1-5-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	41,2	82,4	45,82	0,468%	0,468%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S02	String	Inverter	1	5	2	String 1-5-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	43,6	87,2	45,82	0,495%	0,495%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S03	String	Inverter	1	5	3	String 1-5-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	81,4	162,8	45,82	0,924%	0,924%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S04	String	Inverter	1	5	4	String 1-5-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	83,8	167,6	45,82	0,952%	0,952%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S05	String	Inverter	1	5	5	String 1-5-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	20,8	41,6	45,82	0,236%	0,236%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S06	String	Inverter	1	5	6	String 1-5-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	23,2	46,4	45,82	0,264%	0,264%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S07	String	Inverter	1	5	7	String 1-5-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	61,0	122,0	45,82	0,692%	0,692%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S08	String	Inverter	1	5	8	String 1-5-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	63,4	126,8	45,82	0,720%	0,720%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S09	String	Inverter	1	5	9	String 1-5-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	41,8	83,7	45,82	0,475%	0,475%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S010	String	Inverter	1	5	10	String 1-5-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	44,2	88,5	45,82	0,502%	0,502%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S011	String	Inverter	1	5	11	String 1-5-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	82,0	164,0	45,82	0,931%	0,931%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S012	String	Inverter	1	5	12	String 1-5-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	84,5	168,9	45,82	0,959%	0,959%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S013	String	Inverter	1	5	13	String 1-5-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	91,3	182,5	45,82	1,036%	1,036%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S014	String	Inverter	1	5	14	String 1-5-14	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	93,7	187,4	45,82	1,064%	1,064%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S015	String	Inverter	1	5	15	String 1-5-15	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	62,0	124,1	45,82	0,704%	0,704%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S016	String	Inverter	1	5	16	String 1-5-16	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	50,4	100,8	45,82	0,572%	0,572%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S017	String	Inverter	1	5	17	String 1-5-17	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	52,8	105,6	45,82	0,599%	0,599%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S018	String	Inverter	1	5	18	String 1-5-18	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	90,6	181,2	45,82	1,028%	1,028%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I5.S019	String	Inverter	1	5	19	String 1-5-19	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	93,0	186,0	45,82	1,056%	1,056%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	**1,24%**										OK
																								VD AVG. TOTAL	**0,75%**										OK
																								DELTA MAX	**1,00%**										
CT1.I6.S01	String	Inverter	1	6	1	String 1-6-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	114,6	229,2	45,82	1,301%	1,301%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S02	String	Inverter	1	6	2	String 1-6-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	117,0	234,0	45,82	1,328%	1,328%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S03	String	Inverter	1	6	3	String 1-6-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	74,4	148,8	45,82	0,845%	0,845%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S04	String	Inverter	1	6	4	String 1-6-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	76,8	153,6	45,82	0,872%	0,872%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S05	String	Inverter	1	6	5	String 1-6-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	81,2	162,4	45,82	0,922%	0,922%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S06	String	Inverter	1	6	6	String 1-6-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	83,6	167,2	45,82	0,949%	0,949%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S07	String	Inverter	1	6	7	String 1-6-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	41,0	82,0	45,82	0,466%	0,466%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S08	String	Inverter	1	6	8	String 1-6-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	43,4	86,8	45,82	0,493%	0,493%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S09	String	Inverter	1	6	9	String 1-6-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	101,1	202,2	45,82	1,148%	1,148%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S010	String	Inverter	1	6	10	String 1-6-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	103,5	207,0	45,82	1,175%	1,175%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S011	String	Inverter	1	6	11	String 1-6-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	60,9	121,8	45,82	0,691%	0,691%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S012	String	Inverter	1	6	12	String 1-6-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	63,3	126,6	45,82	0,719%	0,719%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S013	String	Inverter	1	6	13	String 1-6-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	104,0	207,9	45,82	1,180%	1,180%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S014	String	Inverter	1	6	14	String 1-6-14	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	106,3	212,7	45,82	1,207%	1,207%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S015	String	Inverter	1	6	15	String 1-6-15	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	63,7	127,5	45,82	0,724%	0,724%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S016	String	Inverter	1	6	16	String 1-6-16	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	66,2	132,3	45,82	0,751%	0,751%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S017	String	Inverter	1	6	17	String 1-6-17	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	93,6	187,3	45,82	1,063%	1,063%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S018	String	Inverter	1	6	18	String 1-6-18	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	36,1	72,2	45,82	0,410%	0,410%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I6.S019	String	Inverter	1	6	19	String 1-6-19	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	2,7	5,4	45,82	0,031%	0,031%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	**1,33%**										OK
																								VD AVG. TOTAL	**0,86%**										OK
																								DELTA MAX	**0,86%**										
CT1.I7.S01	String	Inverter	1	7	1	String 1-7-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	51,1	102,1	45,82	0,580%	0,580%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S02	String	Inverter	1	7	2	String 1-7-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	53,5	106,9	45,82	0,607%	0,607%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S03	String	Inverter	1	7	3	String 1-7-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	91,2	182,5	45,82	1,036%	1,036%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S04	String	Inverter	1	7	4	String 1-7-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	93,6	187,3	45,82	1,063%	1,063%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S05	String	Inverter	1	7	5	String 1-7-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	41,8	83,6	45,82	0,475%	0,475%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S06	String	Inverter	1	7	6	String 1-7-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	44,2	88,4	45,82	0,502%	0,502%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S07	String	Inverter	1	7	7	String 1-7-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	82,0	164,0	45,82	0,931%	0,931%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S08	String	Inverter	1	7	8	String 1-7-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	84,4	168,8	45,82	0,958%	0,958%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S09	String	Inverter	1	7	9	String 1-7-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	20,7	41,4	45,82	0,235%	0,235%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S010	String	Inverter	1	7	10	String 1-7-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	23,1	46,2	45,82	0,262%	0,262%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S011	String	Inverter	1	7	11	String 1-7-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	60,9	121,7	45,82	0,691%	0,691%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S012	String	Inverter	1	7	12	String 1-7-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	63,3	126,6	45,82	0,718%	0,718%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I7.S013	String	Inverter	1	7	13	String 1-7-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1

CABLE CALCULATIONS (VOLTAGE DROP AND MAXIMUM CURRENT)

CASABLANCA

POWER STATION 1 - INVERTER 1 to 12

Line code	From	To	PS	Inverter	String	PVCASE	No. of branches grouped	Max. grouped circuits	Cable material	Installation Type (Installation Method)	Cable Type	Power in Circuit (kWp)	Maximum Voltage (V)	Maximum Current (A)	Section (mm2)	n (Conductors Per Phase)	N (Active Poles)	Nc (Circuits in Parallel)	Factor Current	Distance Between Cables	Length (m)	Total Length (m)	Cable Temperature (ºC)	Voltage drop (%)	Máx Voltage Drop in Circuit (%)	Ampacity (A)	Thermal Resistivity Factor (Kr)	Temperature Factor (Kt)	Group Cables Factor (Ka)	Overall Reduction Factor (K)	Current Rating (A)	Line Current (A)	Oversizing (A)	Voltage Drop	Maximum Current
CT1.I8.S01	String	Inverter	1	8	1	String 1-8-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	149,8	299,7	34,39	0,979%	0,979%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S02	String	Inverter	1	8	2	String 1-8-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	152,2	304,4	34,39	0,994%	0,994%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S03	String	Inverter	1	8	3	String 1-8-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	133,7	267,5	34,39	0,874%	0,874%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S04	String	Inverter	1	8	4	String 1-8-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	136,1	272,2	34,39	0,889%	0,889%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S05	String	Inverter	1	8	5	String 1-8-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	93,5	187,0	34,39	0,611%	0,611%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S06	String	Inverter	1	8	6	String 1-8-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	95,9	191,8	34,39	0,627%	0,627%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S07	String	Inverter	1	8	7	String 1-8-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	53,3	106,6	34,39	0,348%	0,348%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S08	String	Inverter	1	8	8	String 1-8-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	55,7	111,5	34,39	0,364%	0,364%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S09	String	Inverter	1	8	9	String 1-8-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	101,1	202,2	34,39	0,661%	0,661%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S010	String	Inverter	1	8	10	String 1-8-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	103,5	207,0	34,39	0,676%	0,676%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S011	String	Inverter	1	8	11	String 1-8-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	60,9	121,8	34,39	0,398%	0,398%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S012	String	Inverter	1	8	12	String 1-8-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	63,3	126,6	34,39	0,414%	0,414%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S013	String	Inverter	1	8	13	String 1-8-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	20,7	41,4	34,39	0,135%	0,135%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S014	String	Inverter	1	8	14	String 1-8-14	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	23,1	46,2	34,39	0,151%	0,151%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S015	String	Inverter	1	8	15	String 1-8-15	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	120,0	240,1	34,39	0,784%	0,784%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S016	String	Inverter	1	8	16	String 1-8-16	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	122,4	244,8	34,39	0,800%	0,800%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S017	String	Inverter	1	8	17	String 1-8-17	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	79,8	159,6	34,39	0,522%	0,522%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S018	String	Inverter	1	8	18	String 1-8-18	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	82,2	164,5	34,39	0,537%	0,537%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I8.S019	String	Inverter	1	8	19	String 1-8-19	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	41,5	83,0	34,39	0,271%	0,271%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	**0,99%**										OK	
																								VD AVG. TOTAL	**0,59%**										OK	
																								DELTA MAX	**0,86%**											
CT1.I9.S01	String	Inverter	1	9	1	String 1-9-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	95,2	190,5	45,82	1,081%	1,081%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S02	String	Inverter	1	9	2	String 1-9-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	97,6	195,3	45,82	1,108%	1,108%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S03	String	Inverter	1	9	3	String 1-9-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	55,0	110,1	45,82	0,625%	0,625%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S04	String	Inverter	1	9	4	String 1-9-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	57,4	114,9	45,82	0,652%	0,652%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S05	String	Inverter	1	9	5	String 1-9-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	98,5	197,0	45,82	1,118%	1,118%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S06	String	Inverter	1	9	6	String 1-9-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	100,9	201,8	45,82	1,145%	1,145%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S07	String	Inverter	1	9	7	String 1-9-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	58,3	116,6	45,82	0,662%	0,662%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S08	String	Inverter	1	9	8	String 1-9-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	60,7	121,4	45,82	0,689%	0,689%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S09	String	Inverter	1	9	9	String 1-9-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	20,0	40,0	45,82	0,227%	0,227%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S010	String	Inverter	1	9	10	String 1-9-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	81,3	162,6	45,82	0,923%	0,923%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S011	String	Inverter	1	9	11	String 1-9-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	83,7	167,4	45,82	0,950%	0,950%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S012	String	Inverter	1	9	12	String 1-9-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	41,1	82,2	45,82	0,466%	0,466%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S013	String	Inverter	1	9	13	String 1-9-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	43,5	87,0	45,82	0,494%	0,494%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S014	String	Inverter	1	9	14	String 1-9-14	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	2,8	5,6	45,82	0,032%	0,032%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S015	String	Inverter	1	9	15	String 1-9-15	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	107,7	215,4	45,82	1,222%	1,222%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S016	String	Inverter	1	9	16	String 1-9-16	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	110,1	220,1	45,82	1,250%	1,250%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S017	String	Inverter	1	9	17	String 1-9-17	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	67,5	134,9	45,82	0,766%	0,766%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S018	String	Inverter	1	9	18	String 1-9-18	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	69,9	139,8	45,82	0,793%	0,793%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
CT1.I9.S019	String	Inverter	1	9	19	String 1-9-19	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	6	1	2	6	1,25	In contact	29,2	58,3	45,82	0,331%	0,331%	53	1,20	1,00	0,60	0,72	38,16	23,18	14,98	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	**1,25%**										OK	
																								VD AVG. TOTAL	**0,77%**										OK	
																								DELTA MAX	**1,22%**											
CT1.I10.S01	String	Inverter	1	10	1	String 1-10-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	20,8	41,5	34,39	0,136%	0,136%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S02	String	Inverter	1	10	2	String 1-10-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	23,2	46,4	34,39	0,151%	0,151%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S03	String	Inverter	1	10	3	String 1-10-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	60,9	121,9	34,39	0,398%	0,398%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S04	String	Inverter	1	10	4	String 1-10-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	63,3	126,7	34,39	0,414%	0,414%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S05	String	Inverter	1	10	5	String 1-10-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	101,1	202,2	34,39	0,661%	0,661%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S06	String	Inverter	1	10	6	String 1-10-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	103,5	207,1	34,39	0,677%	0,677%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S07	String	Inverter	1	10	7	String 1-10-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	42,0	84,1	34,39	0,275%	0,275%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S08	String	Inverter	1	10	8	String 1-10-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	44,4	88,9	34,39	0,290%	0,290%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S09	String	Inverter	1	10	9	String 1-10-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	82,2	164,4	34,39	0,537%	0,537%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S010	String	Inverter	1	10	10	String 1-10-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	84,6	169,2	34,39	0,553%	0,553%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S011	String	Inverter	1	10	11	String 1-10-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	122,4	244,8	34,39	0,800%	0,800%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S012	String	Inverter	1	10	12	String 1-10-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	124,8	249,6	34,39	0,816%	0,816%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S013	String	Inverter	1	10	13	String 1-10-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	131,5	263,0	34,39	0,859%	0,859%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S014	String	Inverter	1	10	14	String 1-10-14	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	133,9	267,9	34,39	0,875%	0,875%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S015	String	Inverter	1	10	15	String 1-10-15	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	39,8	79,6	34,39	0,260%	0,260%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S016	String	Inverter	1	10	16	String 1-10-16	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	42,2	84,4	34,39	0,276%	0,276%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S017	String	Inverter	1	10	17	String 1-10-17	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	79,9	159,9	34,39	0,522%	0,522%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S018	String	Inverter	1	10	18	String 1-10-18	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	82,4	164,7	34,39	0,538%	0,538%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I10.S019	String	Inverter	1	10	19	String 1-10-19	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	122,5	245,1	34,39	0,801%	0,801%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	**1,22%**										OK	
																								VD AVG. TOTAL	**0,55%**										OK	
																								DELTA MAX	**1,08%**											
CT1.I11.S01	String	Inverter	1	11	1	String 1-11-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	101,1	202,2	34,39	0,660%	0,660%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S02	String	Inverter	1	11	2	String 1-11-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	103,5	207,0	34,39	0,676%	0,676%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S03	String	Inverter	1	11	3	String 1-11-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	141,8	283,6	34,39	0,927%	0,927%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S04	String	Inverter	1	11	4	String 1-11-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	226,7	453,5	34,39	1,481%	1,481%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S05	String	Inverter	1	11	5	String 1-11-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	119,5	239,1	34,39	0,781%	0,781%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S06	String	Inverter	1	11	6	String 1-11-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	159,7	319,4	34,39	1,043%	1,043%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S07	String	Inverter	1	11	7	String 1-11-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	162,1	324,3	34,39	1,059%	1,059%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S08	String	Inverter	1	11	8	String 1-11-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	213,1	426,3	34,39	1,392%	1,392%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S09	String	Inverter	1	11	9	String 1-11-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	215,5	431,1	34,39	1,408%	1,408%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S010	String	Inverter	1	11	10	String 1-11-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	20,7	41,5	34,39	0,136%	0,136%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S011	String	Inverter	1	11	11	String 1-11-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	23,1	46,3	34,39	0,151%	0,151%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S012	String	Inverter	1	11	12	String 1-11-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	60,9	121,8	34,39	0,398%	0,398%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I11.S013	String	Inverter	1	11	13	String 1-11-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54

CABLE CALCULATIONS (VOLTAGE DROP AND MAXIMUM CURRENT)

CASABLANCA

POWER STATION 1 - INVERTER 1 to 12

Line code	From	To	PS	Inverter	String	PVCASE	No. of branches grouped	Max. grouped circuits	Cable material	Installation Type (Installation Method)	Cable Type	Power in Circuit (kWp)	Maximum Voltage (V)	Maximum Current (A)	Section (mm2)	n (Conductors Per Phase)	N (Active Poles)	Nc (Circuits in Parallel)	Factor Current	Distance Between Cables	Length (m)	Total Length (m)	Cable Temperature (ºC)	Voltage drop (%)	Máx Voltage Drop in Circuit (%)	Ampacity (A)	Thermal Resistivity Factor (Kr)	Temperature Factor (Kt)	Group Cables Factor (Ka)	Overall Reduction Factor (K)	Current Rating (A)	Line Current (A)	Oversizing (A)	Voltage Drop	Maximum Current
CT1.I12.S01	String	Inverter	1	12	1	String 1-12-1	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	76,6	153,3	34,39	0,501%	0,501%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S02	String	Inverter	1	12	2	String 1-12-2	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	67,6	135,2	34,39	0,442%	0,442%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S03	String	Inverter	1	12	3	String 1-12-3	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	58,3	116,7	34,39	0,381%	0,381%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S04	String	Inverter	1	12	4	String 1-12-4	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	95,6	191,1	34,39	0,624%	0,624%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S05	String	Inverter	1	12	5	String 1-12-5	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	48,5	96,9	34,39	0,317%	0,317%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S06	String	Inverter	1	12	6	String 1-12-6	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	50,9	101,7	34,39	0,332%	0,332%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S07	String	Inverter	1	12	7	String 1-12-7	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	39,1	78,3	34,39	0,256%	0,256%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S08	String	Inverter	1	12	8	String 1-12-8	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	41,5	83,1	34,39	0,271%	0,271%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S09	String	Inverter	1	12	9	String 1-12-9	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	20,7	41,4	34,39	0,135%	0,135%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S010	String	Inverter	1	12	10	String 1-12-10	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	23,1	46,2	34,39	0,151%	0,151%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S011	String	Inverter	1	12	11	String 1-12-11	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	61,4	122,8	34,39	0,401%	0,401%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S012	String	Inverter	1	12	12	String 1-12-12	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	39,4	78,8	34,39	0,257%	0,257%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S013	String	Inverter	1	12	13	String 1-12-13	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	41,8	83,6	34,39	0,273%	0,273%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S014	String	Inverter	1	12	14	String 1-12-14	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	79,6	159,1	34,39	0,520%	0,520%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S015	String	Inverter	1	12	15	String 1-12-15	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	82,0	163,9	34,39	0,536%	0,536%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S016	String	Inverter	1	12	16	String 1-12-16	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	48,3	96,6	34,39	0,316%	0,316%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S017	String	Inverter	1	12	17	String 1-12-17	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	50,7	101,4	34,39	0,331%	0,331%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S018	String	Inverter	1	12	18	String 1-12-18	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	88,5	177,0	34,39	0,578%	0,578%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
CT1.I12.S019	String	Inverter	1	12	19	String 1-12-19	1	6	Cu XLPE2	single core cable in buried conduit	ZZ-F CU SOLAR 1KV	20,01	1079,4	18,54	10	1	2	6	1,25	In contact	90,9	181,8	34,39	0,594%	0,594%	71	1,20	1,00	0,60	0,72	51,12	23,18	27,94	OK	OK
																								VD MAX TOTAL	**1,35%**										OK
																								VD AVG. TOTAL	**0,44%**										OK
																								DELTA MAX	**1,21%**										

DESIGN DATA INVERTER: Huawei SUN2000-330KTL-H3	
Nominal (AC) Power at Cos φ = 1	330,06 kW
Nominal (AC) Voltage	800 V
Nominal (AC) Current	238,2 A
Ambient air temperature (max.)	34,5 ºC
Soil temperature	20 ºC
Average voltage drop (Average AC)	1,50%
Maximum voltage drop (Max AC)	1,50%
Thermal resistivity	0,82 m K/W

VD MAX TOTAL	1,420%
VD AVG. TOTAL	1,035%

UNE-HD 60364-5-52:2014_method B
HD 60364-5-52:2011_method B
IEC 60364-5-52:2009 CORR 2011_method B

CABLE CALCULATIONS (VOLTAGE DROP AND MAXIMUM CURRENT)

CASABLANCA

AC LV

Line Code	From	To	Cable Material	Installation Type (Installation Method)	Cable Type	Power in Circuit (kW)	Nominal Voltage (V)	Nominal Current (A)	Section (mm2)	n (Conductors Per Phase)	Nc (Active Poles)	N (Circuits in Parallel)	Factor Current	Disposition	Distance Between Cables	Length (m)	Total Length (m)	Cable Temperature (ºC)	Voltage Drop (%)	Máx Voltage Drop in Circuit (%)	Ampacity (A)	Thermal Resistivity Factor (Kr)	Temperature Factor (Kt)	Group Cables Factor (Ka)	Overall Reduction Factor (K)	Current Rating (A)	Line Current (A)	Oversizing (A)	Voltage Drop	Maximum Current
CT1.I1	I1	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	300	1	3	9	1	6,00	0.125 m	63,1	189,2	67,08	0,361%	0,361%	326	1,62	1,00	0,55	0,89	290,47	238,20	52,27	OK	OK
CT1.I2	I2	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	300	1	3	9	1	6,00	0.125 m	100,4	301,1	67,08	0,575%	0,575%	326	1,62	1,00	0,55	0,89	290,47	238,20	52,27	OK	OK
CT1.I3	I3	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	300	1	3	9	1	6,00	0.125 m	137,0	411,0	67,08	0,785%	0,785%	326	1,62	1,00	0,55	0,89	290,47	238,20	52,27	OK	OK
CT1.I4	I4	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	300	1	3	9	1	6,00	0.125 m	171,1	513,2	67,08	0,980%	0,980%	326	1,62	1,00	0,55	0,89	290,47	238,20	52,27	OK	OK
CT1.I5	I5	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	300	1	3	9	1	6,00	0.125 m	182,0	546,0	67,08	1,042%	1,042%	326	1,62	1,00	0,55	0,89	290,47	238,20	52,27	OK	OK
CT1.I6	I6	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	300	1	3	9	1	6,00	0.125 m	224,1	672,2	67,08	1,283%	1,283%	326	1,62	1,00	0,55	0,89	290,47	238,20	52,27	OK	OK
CT1.I7	I7	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	300	1	3	9	1	6,00	0.125 m	228,4	685,1	67,08	1,308%	1,308%	326	1,62	1,00	0,55	0,89	290,47	238,20	52,27	OK	OK
CT1.I8	I8	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	300	1	3	9	1	6,00	0.125 m	248,0	744,0	67,08	1,420%	1,420%	326	1,62	1,00	0,55	0,89	290,47	238,20	52,27	OK	OK
CT1.I9	I9	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	400	1	3	9	1	6,00	0.125 m	275,6	826,8	53,58	1,130%	1,130%	386	1,62	1,00	0,55	0,89	343,93	238,20	105,73	OK	OK
CT1.I10	I10	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	400	1	3	9	1	6,00	0.125 m	264,8	794,4	53,58	1,085%	1,085%	386	1,62	1,00	0,55	0,89	343,93	238,20	105,73	OK	OK
CT1.I11	I11	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	400	1	3	9	1	6,00	0.125 m	280,6	841,7	53,58	1,150%	1,150%	386	1,62	1,00	0,55	0,89	343,93	238,20	105,73	OK	OK
CT1.I12	I12	CBT	Al XLPE3	single core or multicore cable directly buried without additional protection against mechanical damage	AL XLPE 0.6/1KV	330,06	800,0	238,20	400	1	3	9	1	6,00	0.125 m	316,6	949,9	53,58	1,298%	1,298%	386	1,62	1,00	0,55	0,89	343,93	238,20	105,73	OK	OK
																			VD MAX TOTAL	1,420%									OK	
																			VD AVG. TOTAL	1,035%									OK	

Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO III. PUESTA A TIERRA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 OBJETO. 4

2 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA 5

3 JUSTIFICACIÓN DE SECCIONES A UTILIZAR DE LA RED DE TIERRAS 7

4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA 8

4.1 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 9
4.2 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS INVERSORES DE STRINGS 9
4.3 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS ELECTRODOS DE LAS ZANJAS DE BT 10
4.4 RESISTENCIA A TIERRA DEL SISTEMA DE SEGURIDAD 10
4.5 RESISTENCIA A TIERRA DEL VALLADO PERIMETRAL 11

5 CÁLCULO DE TENSIONES DE PASOS Y CONTACTO. 12

5.1 CIRCUITO DE GENERACIÓN DE CONTINUA 12
5.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 14
5.3 INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR 16
5.4 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO 16

6 CONCLUSIONES 17

1 OBJETO.

El objeto del presente documento, concebido como Anexo técnico del Proyecto de Ejecución Administrativo para la planta fotovoltaica “PF CASABLANCA”, se redacta para incorporar una justificación y cálculos para el dimensionamiento del sistema de puesta a tierra, comprobación de las tensiones de paso y tensiones de contacto, para las diferentes instalaciones que se pretenden legalizar en el expediente, teniendo en cuenta la normativa y reglamentación vigente.

2 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

En general, los sistemas de puesta a tierra cumplen los requisitos siguientes:

- Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Resistir, desde un punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el cálculo.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos.

Este sistema está constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrado en el suelo y por las líneas que conectan dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierras. Para este tipo de instalaciones cabe distinguir dos sistemas de puesta a tierra:

- Sistema de puesta a tierra de protección o general, constituido por las líneas de tierra y los correspondientes electrodos de puesta a tierra que conexionan directamente a tierra las partes conductoras de la instalación y los pararrayos.
- Sistema de puesta a tierra de servicio o del neutro de baja tensión, constituido por la línea de tierra y los correspondientes electrodos de puesta a tierra que conexionan directamente a tierra el neutro de baja tensión.

Para esta instalación se diseñará un sistema de red de puesta a tierra común para todos los receptores de campo de alta y baja tensión y resto de estructura metálica.

La salida del neutro de baja tensión, así como un borne secundario de los transformadores de medida del cuadro de baja tensión, se conectarán al sistema de puesta a tierra del neutro.

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

Además, se instalará una caja de unión de tierras que permita unir los electrodos de tierra general y de neutro, ya que se puede justificar dicha unión. En la caja se señalizará la posición habitual, tierras unidas o separadas.

A continuación, se resumen el régimen de neutro escogido para cada instalación:

Circuito	Fases	Frecuencia	Régimen de neutro
Tensión de generación Campo solar	Positivo y negativo	N/A	Aislado (IT)
Tensión generación Puentes de baja tensión	3F	50 Hz	Aislado (IT)
Tensión de Sistema colector (MT)	3F	50 Hz	Aislado (IT)
Tensión de servicios auxiliares	3F+N	50 Hz	Neutro Rígido a tierra (TN)

Los electrodos de puesta a tierra serán dimensionados para que los valores de las tensiones de contacto y de paso que se presentan en la instalación, sean menores que los valores reglamentarios admisibles.

Las características principales de los componentes de la red de tierras serán:

- Cable de cobre desnudo.
  - Alrededor de Centros de transformación 50 mm^2
  - Resto de zonas (vallado perimetral y canalizaciones) 35 mm^2
- Picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro, y de 2 metros de longitud.
  - Una en cada inversor de la planta.
  - Una en cada esquina del anillo los centros de transformación.
  - Una pica por cada cámara de videovigilancia.
- Los conductores de tierra, siempre y cuando coincidan con las canalizaciones de fuerza, se tenderán en la misma zanja, grapados a las paredes o directamente enterrados. Con una separación mínima de 5 cm.
- Los cables de enlace con el electrodo de puesta a tierra serán protegidos mediante cubierta polimérica amarilla y verde, y fijados adecuadamente. Tendrán una sección de 35 mm^2.
- Los electrodos de puesta a tierra deberán situarse a una profundidad suficiente para evitar el efecto de la congelación del agua ocluida en el terreno, por lo que los electrodos horizontales de puesta a tierra se situarán a una profundidad mínima de 0,5 m, pudiendo ser necesarias profundidades mayores en zonas muy frías. Esta medida garantiza también una cierta protección mecánica.

3 JUSTIFICACIÓN DE SECCIONES A UTILIZAR DE LA RED DE TIERRAS

Según la norma UNE-HD 60364-5-54, la sección de la red de tierras debe ser como mínimo la determinada por la fórmula siguiente (aplicable solamente para tiempos de corte no superiores a 5s):

$$S_P \geq \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

SIENDO:

- Sp: Sección del conductor de protección en mm^2.
- I: Valor eficaz de la corriente de defecto que puede atravesar el dispositivo de protección para un defecto de impedancia despreciable, en amperios.
- t: Tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en segundos
- k: Factor cuyo valor depende de la naturaleza del material del conductor de protección de los aislamientos y otras partes y de las temperaturas inicial y final.

En la siguiente tabla se indican las densidades máximas admisibles de corriente de cortocircuito en los conductores de cobre, de los cables aislados con diferentes materiales, en función de los tiempos de cortocircuito, tal y como se definen en el ITC-BT-7. La variable K coincide con el valor de densidad del corriente tabulado para Tcc = 0,5 segundo.

	Duración del cortocircuito								
Tipo de aislamiento	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE y EPR	449	318	259	201	142	116	100	90	82
PVC Sección ≤ 300mm^2	364	257	2100	163	115	94	81	73	66
PVC Sección > 300mm^2	322	228	186	144	102	83	72	64	59

Tomando el valor de K=201, Icc=4.167,84 A (correspondiente a la corriente de cortocircuito para todos los strings agrupados en el CT) y para un tiempo de t=0,5 s. Sustituimos en la fórmula y tenemos:

$$S_P \geq \frac{\sqrt{4.167{,}84^2 \cdot 0{,}5}}{201} = 14{,}66\ mm^2$$

En nuestro caso hemos usado secciones de 35mm^2 y 50mm^2.

4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA

La resistividad del terreno es un dato básico, en general puede determinarse al momento del estudio de suelos que se realiza para el proyecto. El objeto es conocer la resistividad del terreno con el fin de determinar la resistencia de la puesta a tierra del campo fotovoltaico.

Para este proyecto no se tiene ningún estudio de resistividad, en este caso se considera un valor de 100 Ω.m. Según la ITC-RAT 13, al estimar un valor de intensidad de cortocircuito a tierra superior a 1000 A y valor de resistividad del terreno a 200 Ω.m, se deberá justificar dicho valor mediante un estudio que incluya mediciones de la resistividad.

La resistencia a tierra se puede calcular en base a las siguientes fórmulas:

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ω
Placa enterrada	$R_{PLACA} = \frac{0{,}8\rho}{L}$
Pica vertical	$R_{PICA} = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R_C = \frac{2\rho}{L}$

Donde:

- ρ =Resistividad del terreno
- P = perímetro.
- L = Longitud.

Partiendo de estas fórmulas, el cálculo de la resistencia a tierra de la planta se realiza considerando la resistencia a tierra de los diferentes elementos de la misma y que contribuyen al valor de la resistencia a tierra equivalente final de la planta.

4.1 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Este campo fotovoltaico está compuesto de 1 Bloque, y la protección de puesta a tierra de los CT está compuesto por un conductor de cobre desnudo de 50 mm^2 y 8 picas verticales dispuestas en sus esquinas, la fórmula utilizada para determinar la resistencia de puesta a tierra es la siguiente

$$\frac{1}{R_{anilloCT}} = \frac{1}{R_{8p} + R_C}$$

Donde:

- R_{8p} ≡ La resistencia de las 8 picas.
- R_C ≡ la resistencia del cable.
- R_{CT} ≡ La resistencia equivalente del anillo del CT.

Sustituyendo los valores se tiene:

Bloque CT	R_{CTs}
CT	6,5 Ω

4.2 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS INVERSORES DE STRINGS

Se colocará una pica por cada uno de los inversores multi-string distribuidas a lo largo del sistema, cuyo número es 12. Partiendo se determina la resistencia de puesta a tierra de los inversores según:

$$R_{PICA} = \frac{\rho}{L}$$

Sustituyendo en la fórmula se tiene:

$$R_{PICA} = \frac{100 \cdot \Omega \cdot m}{2 \cdot m} = 50\Omega$$

$$R_{INV} = \frac{50}{12} = 4{,}17\Omega$$

4.3 RESISTENCIA A TIERRA DE LOS ELECTRODOS DE LAS ZANJAS DE BT

Para el cálculo de la resistencia a tierra de los electrodos que discurren por las zanjas de BT se dispondrá de un conductor desnudo de cobre de 35mm² con una longitud total de 1.753 metros aprox. Utilizando la fórmula:

Obteniendo como resultado una Rc = 0,11 Ω.

4.4 RESISTENCIA A TIERRA DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

De cara al sistema de videovigilancia, se colocará una pica por cada cámara perimetral, sumando un total de 14 picas, que utilizando la fórmula:

$$R_{PICA} = \frac{\rho}{L}$$

Sustituyendo en la fórmula se tiene:

$$R_{PICA} = \frac{100 \cdot \Omega \cdot m}{2 \cdot m} = 50\Omega$$

Considerando las 18 picas totales y la resistencia equivalente de la pica:

$$R_{CCTV} = \frac{50}{14} = 3{,}57\Omega$$

4.5 RESISTENCIA A TIERRA DEL VALLADO PERIMETRAL

De cara al vallado perimetral se ha considerado la instalación de conductor desnudo de cobre de 35mm^2 con una longitud total de 958 metros aprox. que utilizando la fórmula:

$$R_{PICA} = \frac{2\rho}{L}$$

Obteniendo como resultado una $R_{perimetral}$ = 0,209 Ω

Finalmente, en base a todos los datos calculados de puesta a tierra para cada elemento del sistema previamente descrito, se estimará la resistencia total.

R_{CTs}	R_{INV}	R_{cable}	R_{CCTV}	$R_{perimetral}$	R_{total}
6,5 Ω	4,17 Ω	0,11 Ω	3,57 Ω	0,209 Ω	0,069 Ω

5 CÁLCULO DE TENSIONES DE PASOS Y CONTACTO.

5.1 CIRCUITO DE GENERACIÓN DE CONTINUA

Según la norma ITC-BT-18 el valor de la resistencia de puesta a tierra será tal que cualquier masa no supere el valor máximo de 24 V (local o emplazamiento conductor) y 50 V (en los demás casos), en este caso se utiliza el caso más restrictivo. Utilizando ley de ohm obtenemos que:

- Corriente Alterna 24V≥ R_A x I_F
- Corriente Continua 24V≥ R_A x I_F

Donde:

- R_A ≡ Resistencia de puesta a tierra de las masas, determinada en el apartado anterior (Ω).
- I_F ≡ Corriente de defecto de falla (A).

La protección que debe proporcionarse contra los contactos indirectos a los seres humanos en caso de una falta debe desarrollarse tomando en cuenta lo siguiente:

- Disposiciones para el paso de la corriente que resulte de una falla y que pueda pasar a través del cuerpo de una persona.
- Limitar la magnitud de la corriente que resulte de una falla, a un valor no peligroso, la cual pueda pasar por el cuerpo humano sin causar daño.
- Limitar la duración de corriente que resulte de una falla, que puede pasar a través del cuerpo, en un periodo no peligroso.

En relación con la protección contra los contactos indirectos, las aplicaciones del método de conexión de puesta a tierra constituyen un principio fundamental a la seguridad.

A continuación, se procederá a establecer los valores de I_{cc} del lado de DC de la planta en función de las características de los propios módulos instalados:

La tabla siguiente muestra las características generales del módulo usado en la instalación:

DATOS ELÉCTRICOS	
Potencia máxima nominal (Pmáx)	695 W
Tipo	40,3V
Tensión en el punto de máxima potencia (Vmp)	17,25A
Corriente en el punto de máxima potencia (Imp)	48,3V
Tensión de circuito abierto (Vca)	18,28A
Intensidad de cortocircuito (Icc)	22,4%
Eficiencia del módulo	Clase II
Clasificación de aplicación	0~+5W
Tolerancia Potencia	+0,04%/C
Coeficiente Temperatura de Isc (a_Isc)	--0,24%/C
Coeficiente Temperatura de Voc(p_Voc)	-+0,30%/C
Coeficiente Temperatura de Pmax (y_Pmp)	Irradiance 1000W/m2, cell temperatura 25C, AM1.5G
STC	695 W

Con los valores anteriores y el diseño de la planta se puede establecer la máxima corriente de cortocircuito en el circuito de regeneración de continua. Asumimos que el caso más desfavorable de todos corresponde al de mayor número de strings aunque en la realidad sería menor dadas las protecciones y configuración eléctrica interna del inversor; en este caso es de 19 strings (número máximo).

$$I_{CC} = I_{SC} * nº\ strings = 18{,}28 * 19 = 347{,}32\ A$$

El cálculo de la tensión de contacto en caso de falla, en la instalación, se realiza como:

$$V_c = R_A\ x\ I_F$$

$$V_c = 0{,}069 \text{ x } 47{,}32 = 23{,}89\ V \leq 24\ V$$

5.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el caso de los centros de transformación los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, se muestra en la siguiente tabla, según lo indicado en la ITC-RAT-13 del Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación

Duración de la corriente de falta tF (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V),	Tensión de paso aplicada $U_{pa}=10*U_{ca}$
0,05	735	7350
0,1	633	6330
0,2	528	5280
0,3	420	4200
0,4	310	3100
0,5	204	2040
1	107	1070
2	90	900
5	81	810
10	80	800
20	50	500

Para una duración de la corriente de falta de 0,4 segundos, la tensión de contacto aplicada admisible es de 310 V. El valor admisible de la tensión de paso aplicada se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, 3100V.

Para determinar el valor de la corriente de falla a tierra, necesitamos la corriente máxima de cortocircuito que pueda producirse en la red de la planta, siendo esta en el peor escenario posible la suma de todas las corrientes de cortocircuito de los inversores del CT. Se asumirán 238,2 A para cada inversor:

$$I_F = I_{SC} * n^{\circ} \text{ inversores} = 238{,}2 * 12 = 2858{,}4\ A$$

Con la intensidad de falla se puede obtener la tensión de contacto en la instalación:

$$V_c = R_A\ x\ I_F$$

Así como la tensión de paso:

$$V_p = 10\ x\ V_c$$

La siguiente tabla resume los valores obtenidos para los diferentes transformadores y centros de transformación de la planta.

Tensiones de contacto y paso	
Tensión de contacto	196,60
Tensión de paso	1966
Tiempo de despeje de falla	0,40

Se puede comprobar que los valores de las tensiones de paso y contacto calculadas para la instalación no superan las máximas admisibles en ninguna zona del terreno afectada.

También es de gran importancia desde el punto de vista de la seguridad, es el estudio de las posibles tensiones transferidas por tuberías, raíles, conductores de neutro de baja tensión, pantallas o blindajes de cables, vallas y en general, por cualquier elemento metálico que salga de la instalación proyectada y que puede transferir tensiones peligrosas fuera de la instalación de alta tensión.

En el caso de centros de transformación, en la mayoría de los casos, existirán sistemas de puesta a tierra separados para la puesta a tierra del neutro y puesta a tierra general del centro. Solamente se podrá utilizar un sistema único de puesta a tierra cuando el potencial absoluto de puesta a tierra, $V_E = R_A\ x\ I_F$, adquiere un valor inferior o igual a 1000 V. En este proyecto se supone que $V_E = V_C$, por tanto, se utiliza un sistema único de puesta a tierra ($196{,}60\ \mathrm{V} \leq 1000\ V$).

Por último, se debe comprobar el nivel de aislamiento del cuadro de distribución de baja tensión del centro de transformación.

Según la ITC-RAT 13, la tensión soportada por el cuadro de distribución de baja tensión de centro de transformación debe ser de 10 kV durante 1 minuto:

$$V_{aisl_BT_CT} = 10\ kV$$

$$V_{aisl_BT_CT} \geq R_A\ x\ I_F$$

Por tanto, se cumple que la tensión soportada por el cuadro de distribución de baja tensión de 10 kV es mayor de 196,60 V.

5.3 INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

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

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima Dmín, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio del CT, determinada por la expresión:

$$Dmín = \frac{\sigma * Id}{2.000 * \pi}$$

con: σ= 100 Ω.m.

El neutro de la red de distribución en Media Tensión está aislado. Por esto, la intensidad máxima de defecto dependerá de la capacidad entre la red y tierra. Dicha capacidad dependerá no sólo de la línea a la que está conectado el Centro, sino también de todas aquellas líneas tanto aéreas como subterráneas que tengan su origen en la misma subestación de cabecera, ya que en el momento en que se produzca un defecto (y hasta su eliminación) todas estas líneas estarán interconectadas.

En este caso, según datos proporcionados por la compañía, la intensidad máxima de defecto, es de 80 A.

Obteniendo como resultado:

$$Dmin = \frac{100 \cdot 80}{2000 \cdot \pi} = 1{,}27m$$

5.4 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO

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

6 CONCLUSIONES

Para el estudio de puesta tierra del proyecto "PF CASABLANCA", se siguieron los procedimientos establecidos por las IT-RAT-14 del Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se diseñó un sistema de puesta a tierra que permite evitar contactos eléctricos accidentales en caso de falta en la instalación. También, se realizó la comprobación de la sección del conductor que forman del electrodo de puesta a tierra. La sección seleccionada es la suficiente para soportar el paso de la intensidad de puesta a tierra durante el tiempo previsto de actuación de las protecciones.

Los resultados obtenidos cumplen con las exigencias reglamentarias, es decir, las tensiones de contacto y de paso que se presentan en la instalación, para las intensidades de puesta a tierra correspondientes, son inferiores a los valores de tensión de contacto y paso admisibles en la instalación. De igual manera una vez finalizada la instalación se deberán realizar las medidas necesarias para tener una mayor certeza de que el diseño del sistema de puesta a tierra es correcto con respecto de la seguridad de las personas.

Como mínimo se realizarán las medidas siguientes:

- Medida de la resistencia de puesta a tierra de la instalación, para comprobarla con el valor teórico proyectado.
- Medida de la tensión de contacto aplicada en toda la instalación.
- Para las instalaciones en las que se aplicaron por proyecto medidas adicionales de seguridad para evitar el riesgo por tensión de contacto, se medirá la tensión de paso aplicada.

En caso de no cumplirse los valores establecidos de resistencia o de tensiones de paso y contacto aplicadas, se realizarán los cambios necesarios en la instalación hasta lograr conseguir los valores necesarios para garantizar la seguridad de las personas y de las instalaciones.

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREA

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO IV. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL (CTPMC)

PROYECTO DE EJECUCIÓN

PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED

PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ

MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

INIDICE

1 INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN. MEMORIA DESCRIPTIVA 5

1.1 OBJETO 5
1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CTPMC 5
1.3 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA A INSTALAR 6
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 6
1.4.1 OBRA CIVIL 6
1.4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES 6
1.4.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 10
1.4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN 10
1.4.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN 10
1.4.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN 12
1.4.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS Y TRANSFORMADORES DE MT. 13
1.4.2.5 RELÉS DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL 16
1.4.2.6 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN 24
1.4.2.7 MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN 24
1.4.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA 26
1.4.4 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA 30
1.4.4.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN 30
1.4.4.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO 30
1.4.4.3 TIERRAS INTERIORES 31
1.4.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS 32
1.4.6 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 34

2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS 36

2.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN 36
2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN 37
2.3 CORTOCIRCUITOS 38
2.3.1 OBSERVACIONES 38
2.3.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 38
2.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN 39
2.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN 39
2.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO 40
2.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE 40
2.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA 40
2.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA 40
2.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS 41
2.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN 42

2.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 44
2.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS 47
2.9 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA..... 48
2.10 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO 49
2.10.1 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO. 51
2.10.2 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO EN EL INTERIOR DEL PROPIO CT 53
2.10.3 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO EN EL EXTERIOR DEL CT (CUMPLIMIENTO RD 1367/2007)..... 55

1 INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 OBJETO

En este anexo se pretende definir las características y medidas adoptadas para la instalación y puesta en servicio de Centro de Transformación, Proteccion, Medida y Control MT/BT de 4.200 kVA para la interconexión con la Red Eléctrica de la planta Fotovoltaica “PF CASABLANCA”.

El Centro de Transformación, Protección, Medida y Control **englobará también** la paramenta y **equipos de protección, medida y control** exigidos por la compañía para la interconexión, de este modo en el proyecto se definirá este centro como **Centro de Transformación, Protección, Medida y Control (CTPMC)**.

1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CTPMC

El Centro de Transformación, Proteccion, Medida y Control estará integrado por un transformador de 4.200 kVA y la aparamenta necesaria para la protección y medida de la planta generadora. El CTPMC será de tipo exterior sobre plataforma de hormigón o edificio de tipo prefabricado, en hormigón o envolvente metálica, concebido para la distribución eléctrica de la energía generada en los parques fotovoltaicos. La ubicación del centro queda reflejada en el documento “planos”.

La interconexión eléctrica entre el Centro de Transformación, Proteccion, Medida y Control y el punto de conexión se realizará mediante una línea de MT a 20 kV.

Los tipos generales de equipos MT empleados son:

- Celdas modulares de aislamiento y corte **libres de gas SF6** según REGLAMENTO (UE) 2024/573 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 7 de febrero de 2024.

1.3 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA A INSTALAR

Para el Centro de Transformación, Protección, Medida y Control de la planta, se prevé una potencia en Baja Tensión de 4.200kW. Esta potencia prevista está justificada en el correspondiente capítulo de la memoria, referente a la configuración de la instalación fotovoltaica. Se precisa el suministro de energía a 800 V. La potencia instalada por transformador será de 4.200 kVA.

1.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.4.1 OBRA CIVIL

El Centros de Transformación será de interior del tipo prefabricado, ya sea en hormigón o envolvente metálica, y se situará lo más próximo posible al lugar donde se instalen los inversores.

1.4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Centros de Transformación – Caseta de hormigón

- Descripción

Los edificios a utilizar, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), están formados por distintos elementos prefabricados de hormigón, que se ensamblan en obra para constituir un edificio, 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.

Estos Centros de Transformación pueden ser fácilmente transportados para ser instalados en lugares de difícil acceso gracias a su estructura modular.

- Envolvente

Los paneles que forman la envolvente están compuestos por hormigón armado vibrado y tienen las inserciones necesarias para su manipulación.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/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.

El transformador va ubicado sobre una "Meseta de Transformador" diseñada específicamente para distribuir el peso del mismo uniformemente sobre la placa base y recoger el volumen de líquido refrigerante del transformador ante un eventual derrame.

La placa base está formada por una losa de forma rectangular con una serie de bordes elevados, que se une en sus extremos con las paredes. En su perímetro se sitúan los orificios de paso de 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.

- Placa piso

Sobre la placa base, y a una altura de unos 500 mm, se sitúa la placa piso, que se apoya en un resalte interior de las paredes, permitiendo este espacio 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 de transformador (ambas con apertura de 180º) y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso de peatón 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 propio que ancla la puerta en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la inferior.

Esta previsto que al Centro de Transformacion, Proteccion, Medida y Control accedan desde el interior de la planta fotovoltaica la propiedad y personal de OyM y, desde fuera de la planta, acceda el personal de la compañía eléctrica. Por lo que la puerta de acceso en la pared posterior, destinada para la entrada I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. (Iberdrola), dispondrá de cerraduras homologadas por la Dsitribuidora.

- Ventilación

Las rejillas de ventilación 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, e interiormente se complementa con una rejilla con 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 las cubiertas o techo, puertas y rejillas de ventilación.

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación del Centro de Transformación, es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función del modelo y de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 150 mm de espesor.

- Características detalladas

- Nº de transformadores: 1
- Tipo de ventilación: Especial

- Puertas de acceso peatón: 2 puerta
- Dimensiones exteriores aproximadas:
    - Longitud: 8080 mm
    - Fondo: 2380 mm
    - Altura: 3250 mm
    - Altura vista: 2790 mm
    - Peso: 29090 kg

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

- Materiales de seguridad y primeros auxilios.

El CTPMC dispondrá de los siguientes elementos de seguridad:

- Banqueta aislante.
- Discos de señalización de peligro (NO TOCAR; PELIGRO DE MUERTE).
- Guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras.
- Placa de instrucciones para primeros auxilios.
- Insuflador boca a boca.
- Documentación básica del CT.

El proveedor entregará en formato papel, y en soporte informático los protocolos de cada transformador.

- Etiquetado Centros de Transformación.

La caseta prefabricada, en su parte exterior y en sitio bien visible, llevará una placa en la que se indicará, con letra indeleble y fácilmente legible, la identificación del Centro de Transformación, mediante la codificación: [CT]-[nº identificación], siendo:

- CT: Centros de Transformación.
- Nº identificación: enumeración de doble dígito.

1.4.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

El Centro de Transformación, Protección, Medida y Control, se conectará con el punto de conexión mediante una línea de interconexion de MT. Esta línea tendrá una tensión de servicio de 20kV, nivel de aislamiento 12/20kV, y una frecuencia de 50 Hz.

Al tratarse de líneas de 20kV, se clasifican como líneas de Tercera Categoría. La línea estará formada por conductores unipolares de aluminio aislado de 3x240mm² de sección, designación HEPRZ1 AL 12/20kV.

La conexión de la línea a cada elemento se realizará mediante conectores acodados de 12/20kV.

1.4.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación:

<u>CELDAS:</u>

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en aire natural industrial, libre de gases fluorados, de acuerdo al REGLAMENTO (UE) 2024/573 y a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5ºC según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar.

- <u>Construcción</u>

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

3 divisores capacitivos de 24 kV.
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 a tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionar de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor i 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 enclavamiento por cerradura independiente 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 24h.

- 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 las celdas supone 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 son las siguientes:

- Tensión asignada 24 kV
- Intensidad asignada: 400/630 A
- Intensidad de corta duración (1 o 3 s): 16/20 kA
- 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.

1.4.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

- Elementos de salida en BT:

Cuadros de BT, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, de la intensidad secundaria de los transformadores.

1.4.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS Y TRANSFORMADORES DE MT.

- Medida: **CELDA MODULAR DE MEDIDA CGM.ZERO24-M**

Una celda modular de medida CGM.ZERO24-M con aislamiento integral en aire natural industrial, sin gases fluorados, Alojamiento para transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con embarrado del centro de transformación, mediante barras o cables secos

Características eléctricas			IEC
Tensión asignada	U_r	[kV]	24
Frecuencia asignada	f_r	[Hz]	50/60
Corriente asignada			
Interconexión general de embarrado y celdas	I_r	[A]	630
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)			
Entre fases y tierra	U_d	[kV]	50
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo			
Entre fases y tierra	U_p	[kV]	125
Clasificación arco interno	IAC		AFL 20 kA 1 s
Corriente admisible asignada de corta duración Valor t_k = (x) s	I_s	[kA]	20 (1 s)

- Protección General: **CELDA MODULAR DE PROTECCIÓN GENERAL CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CGM.ZERO24-V**

Celda modular de protección general con interruptor automático CGM.ZERO24-V, aislamiento integral en aire natural industrial, sin gases fluorados, VN=24kV, In=400A / Icc=16kA, equipada con:

- Interruptor automático de corte en vacío (cat. E2-C2 s/UNE-EN IEC 62271-100). Con mando motor, e interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/UNE-EN IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Con mando manual. Incluye: relé de protección comunicable ekorRPS, indicador presencia tensión y sensores de intensidad.
- Unidad de detección de tensión ekorRTK.

Características eléctricas			IEC
Tensión asignada	U_r	[kV]	24
Frecuencia asignada	f_r	[Hz]	50/60
Corriente asignada			
Interconexión general de embarrado y celdas	I_r	[A]	630
Línea	I_r	[A]	630
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)			
Entre fases y tierra	U_d	[kV]	50
A través de la distancia de seccionamiento	U_d	[kV]	60
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo			
Entre fases y tierra	U_p	[kV]	125
A través de la distancia de seccionamiento	U_p	[kV]	145
Clasificación arco interno	IAC		AFL[R][1] 20 kA 1 s
Tensión de corriente continua soportada		[kV]	48
Interruptor automático			IEC 62271-100
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)			
Valor t_k = (x) s	I_k	[kA]	20 (1 s)
Valor de pico	I_p	[kA]	50/52
Poder asignado de corte y de cierre			
Poder de corte asignado corriente principalmente activa	I_1	[A]	630
Poder de corte en cortocircuito	I_{sc}	[kA]	20
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	50/52
Poder de corriente capacitiva (50 Hz). Carga de cable	[A]		31,5
Secuencia de maniobras nominales			
Con reenganche automático rápido			O-0,3 s-CO-15 s-CO O-0,3 s-CO-3 min-CO
Categoría del interruptor automático			
Endurancia mecánica (clase de maniobra)			M2
Endurancia eléctrica (clase)			E2-C2
Interruptor-seccionador			IEC 62271-102
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)			
Valor t_k = (x) s	I_k	[kA]	20 (1 s)
Valor de pico	I_p	[kA]	50/52
Categoría del interruptor seccionador			
Endurancia mecánica			M1
Seccionador de puesta a tierra			IEC 62271-102
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)			
Valor t_k = (x) s	I_k	[kA]	20 (1 s)
Valor de pico	I_p	[kA]	50/52
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	50/52
Categoría del seccionador de puesta a tierra:			
Endurancia mecánica			M1
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			E2

- Proteccion por fusibles: CELDA DE ALIMENTACIÓN DE SSAA: CELDA MODULAR DE SSAA CGM.ZERO24-A

Una Celda modular CGM.ZERO24-A, con función SSAA (para alimentación de Relés de protección) y con protección con ruptofusible equipada con interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión y fusibles limitadores

Características eléctricas			IEC
Tensión asignada	U_r	[kV]	24
Frecuencia asignada	f_r	[Hz]	50/60
Corriente asignada			
Interconexión general de embarrado y celdas	I_r	[A]	400/630
Bajante de transformador	I_r	[A]	200
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)			
Entre fases y tierra	U_d	[kV]	50
A través de la distancia de seccionamiento	U_d	[kV]	60
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo			
Entre fases y tierra	U_p	[kV]	125
A través de la distancia de seccionamiento	U_p	[kV]	145
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16/20 kA 1 s
Interruptor-seccionador			IEC 62271-103 + IEC 62271-102
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)			
Valor t_k = (x) s	I_k	[kA]	16 (1-3 s) / 20 (1 s)
Valor de pico	I_p	[kA]	40/52
Poder de corte de corriente principalmente activa	I_1	[A]	200
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	40/52
Categoría del interruptor			
Endurancia mecánica			M1
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			E3
Seccionador de puesta a tierra			IEC 62271-102
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)			
Valor t_k = 1 s o 3 s	I_k	[kA]	16 (1-3 s) / 20 (1 s)
Valor de pico	I_p	[kA]	40/52
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	40/52
Categoría del seccionador de puesta a tierra			
Endurancia mecánica (manual)			M0
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			E2

- Celdas de línea: **CELDA MODULAR DE LÍNEA CGM.ZERO-L**

Dos celdas modulares de línea CGM.ZERO24-L, corte y aislamiento integral en aire natural industrial, sin gases fluorados, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/UNE-EN IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión.

Características eléctricas			IEC
Tensión asignada	U_r	[kV]	24
Frecuencia asignada	f_r	[Hz]	50/60
Corriente asignada (embarrado y línea)	I_r	[A]	630
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)			
Entre fases y tierra	U_d	[kV]	50
A través de la distancia de seccionamiento	U_d	[kV]	60
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo			
Entre fases y tierra	U_p	[kV]	125
A través de la distancia de seccionamiento	U_p	[kV]	145
Clasificación arco interno	IAC		AFL [R][1] 20 kA 1 s
Tensión de corriente continua soportada		[kV]	70
Interruptor-seccionador			IEC 62271-103 + IEC 62271-102
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)			
Valor t_k = (x) s	I_k	[kA]	20 (1 s)
Valor de pico	I_p	[kA]	50/52
Poder de corte de corriente principalmente activa	I_1	[A]	630
Poder de corte - carga de cable / carga de línea	I_{4a}	[A]	50/1,5
Poder de corte bucle cerrado	I_{2a}	[A]	630
Poder de corte de falta a tierra	I_{6a}	[A]	300
Poder de corte de cables y líneas en vacío en condiciones de falta a tierra	I_{6b}	[A]	100
Corriente de conmutación de magnetización del transformador		[A]	21
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	52
Categoría del interruptor			
Endurancia mecánica			M1/M2
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			E3
Seccionador de puesta a tierra			IEC 62271-102
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito de tierra)			
Valor t_k = (x) s	I_k	[kA]	20 (1 s)
Valor de pico	I_p	[kA]	50/52
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico)	I_{ma}	[kA]	50/52
Categoría del seccionador de puesta a tierra:			
Endurancia mecánica (manual)			M0
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			E2

1.4.2.5 RELÉS DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL

- Sistema Autónomo de Protección: ***ekorRPT y* ekorRPG**

Unidad de protección de transformadores de distribución instalada en celdas de interruptor combinado con fusibles. Todas las funciones de protección son realizadas por la unidad electrónica salvo los cortocircuitos polifásicos de alto valor que se producen en el primario del transformador. Dispone de entradas y salidas para la supervisión y el control del interruptor. El rango de potencias que puede proteger la misma unidad abarca desde 50 kVA hasta 2500 kVA en celdas del sistema cgmcosmos y desde 50 kVA hasta 1250 kVA en celdas del sistema cgm.3.

La unidad de protección, medida y control ekor.rpt, está enfocada a la protección de transformadores de distribución. Se instala en celdas de interruptor combinado con fusibles, de forma que todas las funciones de protección son realizadas por el sistema electrónico salvo los cortocircuitos polifásicos de alto valor que son despejados por los fusibles. Cuando se detecta una sobreintensidad que está dentro de los valores que puede abrir el interruptor en carga, el relé actúa sobre un disparador biestable de baja energía que abre el interruptor. En el caso de que la intensidad de defecto sea superior a la capacidad de corte del interruptor en carga, se bloquea el disparo del interruptor, para que se produzca la fusión de los fusibles. Por otro lado, se consigue un seccionamiento del equipo en defecto evitando que los fusibles se queden en tensión.

Según el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, el apartado 4.7 para Generadores conectados en redes de distribución indica que este apartado se aplicará a las instalaciones de producción de energía eléctrica que en virtud de su potencia nominal o de la tensión de la línea a la que se conecten no tengan una reglamentación específica en materia de seguridad y protección

El proyecto de ejecución de la planta fotovoltaica cumple con lo especificado en dicho apartado de ITC-RAT 09 con las siguientes protecciones instaladas:

a) **Mínima tensión, con medida de la tensión entre fases o fase tierra, según los criterios de protección de la red a la que se conecte la instalación**. Esta protección está incluida en el proyecto, según se indica en el Esquema de Media tensión del plano 1325-E, ya que la celda de protección general irá provista de una Unidad de protección multifuncional ekor.rps o similar, que actúa tanto como elemento autónomo de protección, medida y control.
b) **Máxima tensión, con medida de la tensión entre fases o fase tierra, según los criterios de protección de la red a la que se conecte la instalación**. Esta protección está incluida en el proyecto, según se indica en el Esquema de Media tensión del plano 1325-E, ya que la celda de protección general irá provista de una Unidad de protección multifuncional ekor.rps o similar, que actúa tanto como elemento autónomo de protección, medida y control.

c) Máxima tensión homopolar. Esta protección está incluida en el proyecto, según se indica en el Esquema de Media tensión del plano 1325-E, ya que la celda de protección general irá provista de una Unidad de protección multifuncional ekor.rps o similar, que actúa tanto como elemento autónomo de protección, medida y control.

d) Máxima y mínima frecuencia. Esta protección está incluida en el proyecto, según se indica en el Esquema de Media tensión del plano 1325-E, ya que la celda de protección general irá provista de una Unidad de protección multifuncional ekor.rps o similar, que actúa tanto como elemento autónomo de protección, medida y control.

e) Sobreintensidad de fase y neutro, tanto temporizada como instantánea. Esta protección está incluida en el proyecto, según se indica en el Esquema de Media tensión del plano 1325-E, ya que la celda de protección general irá provista de una Unidad de protección multifuncional ekor.rps o similar, que actúa tanto como elemento autónomo de protección, medida y control.

f) Protección anti-isla. Esta protección está incluida en las protecciones y funcionamiento del Inversor fotovoltaica. En sus características y certificados se recoge que el inversor no puede funcionar en isla.

Las Unidades de protección multifuncional que se incorporan en el proyecto son y tienen las siguientes características:

Unidad de protección multifuncional ekor.rps o similar.

- Funciones de Protección:
  - Sobreintensidad
    - Fases (3 x 50/51)
    - Neutro (50N/ 51 N)
    - Neutro Sensible (50Ns/51Ns)
    - Direccional de fases (3 x 67)
    - Direccional de neutro (67N)
    - Direccional de neutro sensible (67Ns)
    - Direccional de neutro aislado (67NA)
    - Imagen Térmica (49)
    - Desequilibrio de intensidades (46-46FA)
    - Arranque en carga fría (Cold Load Pickup)
    - Sobreintesidad controlada por tensión (51V)

    - Bloqueo del regulador de tensión: (50CSC)
    - Fallo de interruptor (50BF)
  - Subintensidad (37)
  - Tensión
  - Sobretensión (59)
  - Subtensión (27)
  - Sobretensión homopolar (59N)
  - Sincronismo (25)
  - Desequilibrio de tensiones (47)
  - Máxima y mínima frecuencia (81 M/m)
  - Derivada de frecuencia (81R)
  - Máxima / mínima potencia activa
  - Máxima / mínima potencia aparente
  - Inversión de potencia activa / reactiva
  - Frecuencia
  - Potencia
- Funciones Lógicas / Automatismos
- Reenganchador (79)
- Supervisión de interruptor
- Supervisión de circuitos de disparo y cierre
- Comprobación del sincronismo
- Programación de entradas / salidas
- Lógicas programables
- Otros
  - Autodiagnóstico del estado de la protección
  - Configuración de hasta 6 tablas de ajustes
- Intensidades de fases, neutro y neutro sensible
- Tensiones simples y compuestas
- Potencias
- Energías
- Factor de potencia
- Maxímetro de Intensidad
- Secuencia inversa
- Distorsión de Armónicos (THD)

- Registro cronológico de sucesos y faltas
- Registro histórico de medidas máxima y mínima

Unidad digital de protección ekor.rpg o similar

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección con interruptor automático. Es autoalimentado a través de transformadores de intensidad toroidal, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Rango de Potencias: 50 kVA - 25 MVA
  - Funciones de Protección:
  - Sobreintensidad
    - Fases (3 x 50/51)
    - Neutro (50N/ 51 N)
    - Neutro Sensible (50Ns/51Ns)
  - Disparo exterior: Función de protección (49T)
  - Reenganchador: Función de protección (79) [Con control integrado ekorRPGci]
  - Detección de faltas de tierra desde 0,5 A
  - Posibilidad de pruebas por primario y secundario
  - Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)
- Histórico de disparos
- Medidas de intensidad de fase y homopolar: I1, I2, I3 e Io
- Autoalimentación a partir de 5 A en una fase

- Elementos del sistema:

- Un relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).
- Los sensores de intensidad son transformadores toroidales de relación 300 A / 1 A y 1000 A / 1 A dependiendo de los modelos y que van colocados desde fábrica en los pasatapas de las celdas.
- La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior.
- El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

- Otras características:

- Ith/Idin: 20 kA /50 kA
- Temperatura: -10 ºC a 60ºC
- Frecuencia: 50 Hz; 60 Hz ± 1 %
- Ensayos:
    - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
    - De aislamiento según 60255-5
    - Climáticos según CEI 60068-2-X
    - Mecánicos según CEI 60255-21-X
    - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE y con la CEI 60255. Esta conformidad es resultada de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogida en el protocolo B131-01-69-ME acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

- Sensores de tensión: **SENSORES DE TENSION CAPACITIVOS ekorEVTC**.

Sensores de tension capacitivos instaldos en barras. Sensor de tensión ekorEVTc. Para esta solución, resultan necesarios tres sensores de tensión ekorEVTc instalados en barras en el interior de un armario de control anexo para la realización de las funciones de protección que usan como referencia el valor de la tensión residual (67N y 59N). Sensor de tensión de tipo divisor capacitivo, funcionamiento autónomo y pasivo (sin alimentación auxiliar externa), con salida analógica de baja tensión y baja potencia aplicable directamente a los sistemas de medida sin acondicionamiento previo. Estos sensores de tensión ekorEVT-C disponen de las siguientes características:

- Relación de transformación 10.000 / 1 V o 10.000 V / 100 µA.
- Rango de medida hasta 36kV.
- Clase 0.5 medida y 3P protección, (conjunto relé + sensor).
- Salida en baja frecuencia para medida.
- Salida en alta frecuencia para comunicaciones PLC y medida de descargas parciales.

Alguna de las ventajas que presenta esta solución mediante sensores de tensión ekor EVT-C, frente a la instalación de los transformadores de tensión tradicionales, se enumeran a continuación:

- Volumen reducido. Utilización de celdas estándar.
- Mejor precisión. La precisión resulta para el conjunto (sensor-Relé), no solo del captador de tensión.
- Amplio rango. no es necesario cambiar los sensores por aumento de potencia.
- Mayor seguridad. Las partes activas al aire desaparecen.
- Mayor fiabilidad. El aislamiento integral.
- Independencia de la red. Eliminan ferroresonancia.
- Solución (ekorRPx, IV, Sensores) ensayada en su conjunto.
- No necesita celda de fusible ni celda medida con TT.

❖ Transformadores: **TRANSFORMADOR 4.200 kVA**

Transformador trifásico elevador de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con simple o doble devanado en el lado de baja tensión y sin neutron accesible en el secundario, de potencia 4.200 kVA y refrigeración natural seco o en aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 800 V.

- <u>Otras características constructivas:</u>

- Regulación en el primario: +/-2.5%,+/-5%,+10%
- Pérdidas y tension de corotcircuito (Ecc):

		MV Transformer / Hermetically Sealed Completely Filled			
General Information					
Category		Hermetic mineral oil-insulated transformer (vegetable oil insulated upon request)			
Rated frequency		50 / 60Hz			
Efficiency at rated power		99%			
Primary voltage regulator		± 2 x 2.5 %			
Insulation class	Primary winding	12 kV: 12 / 28 / 75 kV	17,5 kV: 17,5 / 38 / 95 kV	24 kV: 24 / 50 / 125 kV	36 kV: 36 / 70 / 170 kV
	Secondary winding	3.6 kV			
Primary / secondary conductive material		Aluminium / Aluminium (Copper optional)			
Vector group(1)		Dy11			
Primary connection		Delta(2)			
Secondary connection		Star			
Max. overtemperature for windings / oil		+65 / +60 K			
No load current		< 1%			
Max. peak starting current		< 15 x In(2)			
Installation		Indoor or outdoor			
Cooling type		ONAN			
Max. altitude above sea level(3)		4,500 m			
Short-circuit impedance at 75 °C		8%(2)			
General features		Terminal board for primary voltage adjustment, lifting lugs, earthing terminal, electrostatic shield and DGPT2 / RIS relay			

- Grupo de conexión: Dy11 o Dy11y11
- Protección incorporada al transformador: Central electrónica de alarmas

1.4.2.6 CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN

- Cuadro BT Transformadores:

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir los circuitos principales de BT procedente de cada inversor del campo fotovoltaico y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales. El CTPMC dispondrá de un cuadro de las siguientes características:

- CBT 3.200 A, 800 V
  - 1 x Interruptor magnetotérmico 3.200A – 800V – 3P sin neutro.
  - 12 x Salidas con fusibles BTVC DT1 NH1
  - 36 x Fusibles NH1 250A 800V
  - 1 x Descargador de sobretensión

-

- Características Eléctricas:

- Tensión Asignada: 1000V
- 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 (cresta):30 kV

1.4.2.7 MATERIAL VARIO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

El material vario del Centros 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.

- Interconexiones de MT:

- Puentes MT Transformadores: Cables MT 12/20kV
- Cables MT 12/20kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 3x240 Al.
- La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada.
- En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

- Interconexiones de BT:

- Centros de Transformación,
- Puentes BT - Transformador: Puentes transformador-cuadro
- La conexión eléctrica entre los transformadores de potencia y sus respectivos cuadros de BT se realizará con conductor tipo blindo-barra de Cu de sección adecuada a la corriente a transportar.

- Defensa de transformadores:

- Defensa de Transformador: Protección física transformador
- Protección metálica para defensa del transformador.

- 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 (en caso de ser cerrado).

1.4.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Los equipos de medida estarán alojados en un armario homologado destinado a ese uso y a albergar las protecciones necesarias.

Los equipos de medidas, armarios y celdas cumplirán con lo siguiente:

- Los contadores registradores serán acordes al RPM e ITC vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.
- El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).
- Los secundarios de medida de los transformadores de medida serán de uso exclusivo para la medida de los consumos y tránsito de energía (liquidación) en el punto frontera.
- Los transformadores de medida serán del tipo inductivo, se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación, cambio de relación o sustitución ante avería.
- La carga de los transformadores de tensión es conveniente que se aproxime a su potencia nominal. En ningún caso la carga simultánea de los transformadores de tensión estará por debajo del 50 % de su potencia nominal, ni el factor de potencia (cos Fi) será inferior a 0,8. Cuando existan otros devanados secundarios no dedicados a medida, los protocolos de los transformadores de tensión deberán incluir los ensayos que justifiquen que la precisión de la medida es adecuada para el rango de cargas instalado.
- Los protocolos de los transformadores de medida se entregarán al responsable de medida de Iberdrola de la zona e incluirán la carga simultánea de todos sus devanados, de medida y para otros fines.
- Los transformadores de medida de intensidad serán de gama extendida (S). Se recomienda que sean de doble relación, tales que la intensidad correspondiente a la potencia contratada se encuentre entre el 45 % de la intensidad nominal (o 20% para transformadores de clase S) y la intensidad máxima de precisión del transformador. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.

- Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm2 de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA o que no pueda superar el 75% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad (ambos criterios son válidos).
- Los cables de interconexión entre los transformadores y el armario de medida serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada. Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los t/i y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos. Serán preferentemente del tipo manguera con dos conductores por fase, o con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y seis (6) conductores, o cuatro (4) conductores (ver anexo A) para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión será de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm2.
- Los armarios de medida serán los normalizados por Iberdrola de dimensiones mínimas 750mm x 750mm x 300mm y 750mm x 500mm x 300mm según corresponda por el tipo de instalación. Dispondrán de un dispositivo de verificación por cada contador tipo bloque de prueba de, al menos seis polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de, al menos cuatro polos para el circuito de tensiones o regletero – bornero seccionable equivalente de al menos diez polos que englobe circuito de intensidad y tensión, tal que permita la manipulación en los contadores sin necesidad de interrumpir el suministro.
- El armario se colocará a una altura del suelo entre 70 y 180 cm. Deberá existir una distancia no inferior de 100 cm (pasillo de maniobra) desde la puerta del armario a las celdas de medida.
- Todos los puntos de suministros clasificados como Tipos 1 y 2 dispondrán de telelectura desde el Concentrador Secundario al que se conecte.
- Contarán con una toma de corriente de 230 V de corriente alterna con toma de tierra a menos de 10 metros de distancia de los contadores.

- La medida será siempre accesible y el responsable del punto de medida deberá de garantizar el libre acceso al mismo, según lo dictado en el Art 12 punto D del RD 1110/2007.

Contadores-registrador.

El sistema de medida empleado será de cuatro hilos. Los equipos tendrán que utilizar el protocolo de comunicaciones IEC 870.5.102 modificado y homologado por Red Eléctrica.

Equipos Tipo	Contador Activa	Contador Reactiva
2	≤ 0,5 S	≤ 1

El contador registrador a utilizar estará homologado, o dispondrá de autorización de uso y dispondrá de la pegatina de verificación primitiva o verificación en origen del laboratorio con competencia, o en su defecto, la etiqueta de verificación por parte de Industria correspondiente a cada territorio o del órgano competente autorizado.

El punto de medida (Tipo 2) dispondrá de comunicaciones exclusivas, es decir, dispondrá de módem GSM.

Transformador de Tensión.

Como norma general y para Vn ≤ 36 kV, los transformadores de tensión serán de aislamiento seco a base de resinas sintéticas y cumplirán las normas indicadas.

Características:

Tensión nominal de Red (V)	Tensión primaria del t\t.	Tensión más elevada en kV	Tensión secundaria del t\t	Potencia del t\t en VA	Clase de Precisión Medida
20000	22000: √3	24	110: √3	10	0,2

La relación de los transformadores de tensión será 22.000V3/110V3 10VA CL0,2 según la NI72.54.01

Transformadores de Intensidad.

La carga máxima del secundario dedicado a medida fiscal estará comprendida entre el 25% y el 100% de la carga de precisión.

Como norma general, para Vn ≤ 36 kV, los transformadores serán de aislamiento seco.

Características:

Tensión nominal de Red (V)	Tensión primaria del t\t.	Tensión más elevada en kV	Intensidad secundaria nominal (A)	Clase de Precisión			Potencia de Precisión (VA)		
				Medida		Protección	Medida		Protección
20000	22000: √3	24	5-5-5	0,2S	0,5	5P20	10	15	15

La relación de los transformadores de intensidad será 150-300/5-5-5 10VA 0,2S según la NI72.50.01.

Esta medida tendrá acceso libre, directo y permanente según lo dictado en el Art 12 punto D del RD 1110/2007 desde un camino de nueva construcción, que cruza la parcela donde se ubica la planta con R.C. 28148A015000070000BD y que conecta con el camino público Torrejón Meco con R.C. 28148A003090010000BU y R.C. 28148A015090010000BR por el cual se accede al CTPMC de la planta accediendo a ella por una puerta independiente al acceso desde la planta y con separación física entre la medida y los elementos de la planta como transformador y cuadro de baja tensión.

1.4.4 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

1.4.4.1 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centros 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.

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

La envolvente dispondrá de una pletina de cobre que constituye el colector de tierras de protección, a la que se conectaran las pantallas de los cables subterráneos y demás elementos.

La línea de tierras contará con una caja de seccionamiento grado IP54 situada en la parte frontal del Centro. A partir de esta caja la línea estará formada por un conductor de cobre desnudo de al menos 50 mm^2 y picas de acero cobrizadas, cuya disposición y dimensiones están descritas en el apartado “Calculo de las instalaciones de puesta a tierra”.

1.4.4.2 PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Al tratarse de inversores trifásicos con salida en triángulo, no será necesario que el neutro sea accesible en los transformadores y, por lo tanto, no se conectará a tierra.

Para los transformadores de SSAA instalados en los edificios de inversión- transformación, y con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, el neutro del sistema de BT SSAA se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de herrajes 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 (0,6/1 kV).

Se conectará a tierra el neutro del transformador, según se indica en el apartado de “Cálculo de la instalación de puesta a tierra” de este anexo.

La línea de tierras contará con una caja de seccionamiento de grado de protección IP54, situada en el frontal del Centro en el lado de Baja tensión. A partir de esta caja y hasta el sistema de tierras se instalará cable de cobre de 50 mm^2 aislado de 0,6/1 kV protegido con tubo de PVC con grado de protección 7 como mínimo. El sistema de tierras se unirá mediante cable desnudo de cobre de al menos 50 mm^2.

La profundidad de la instalación de tierras será como mínimo de 50 cm.

1.4.4.3 TIERRAS INTERIORES

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

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

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

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

1.4.5 INSTALACIONES SECUNDARIAS

- Alumbrado

En el interior del Centros de Transformación, (en caso de ser edificio prefabricado) se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

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

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

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará los accesos al Centros de Transformación.

- Medidas de seguridad

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

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

- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

1.4.6 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El centro de Transformación del presente proyecto cumplirá con las prescripciones de protección contra incendios de acuerdo al R.D. 337/2014, de 9 de mayo. El fabricante certifica que las condiciones de fabricación y funcionamiento corresponde con lo que la normativa vigente prescribe y obliga a este respecto.

Con carácter general se adoptan las medidas siguientes:

a) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores. Se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total de líquido dieléctrico del transformador. En dicho depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos tales como: lechos de guijarros, sifones en el caso de instalaciones con colector único, etc.

b) Sistemas de extinción. Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B. Este extintor se colocará en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

c)Envolvente del Centro de Transformación de hormigón, que evitara lo siguiente:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- Se adjunta Informe técnico del fabricante respecto a la envolvente y sus características frente al fuego y su protección.

Junto con el informe técnico del fabricante adjunto y lo anteriormente dispuesto se considera que el Centro de transformación cumple con lo dispuesto en el R.D. 337/2014.

ORMAZABAL velatia

1 OBJETO

El objeto de este informe es presentar las características de resistencia al fuego de la envolvente de hormigón de los Centros de Transformación prefabricados de superficie tipo PFU y PF.

2 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La justificación de que un elemento constructivo alcanza un cierto valor de resistencia al fuego, se puede acreditar por contraste con los valores fijados en el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI) del Código Técnico de Edificación (CTE) o mediante su determinación directa a través de ensayos normalizados según la normativa europea vigente.

Las clases de resistencia al fuego y los criterios que las definen están recogidas en la norma UNE-EN 13501-2 "Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación". Por su parte, los procedimientos de ensayo se establecen en las normas UNE-EN 1364-1 y UNE-EN 1364-2 "Resistencia al fuego de elementos no portantes".

Las envolventes prefabricadas de hormigón de los Centros de Transformación tipo PFU y PF han sido ensayadas en los laboratorios CIDEMCO Tecnalia (certificado por ENAC), conforme a las normas citadas habiéndose obtenido las siguientes clases:

Centros de transformación PFU:

- Resistencia frente al fuego de las paredes: EI 90
- Resistencia frente al fuego de la cubierta: EI 60

Centros de transformación PF:

- Resistencia frente al fuego de las paredes: EI 60
- Resistencia frente al fuego de la cubierta: EI 60

IP-200.2

2

2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
Up	tensión primaria [kV]
Ip	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20kV. En el caso de transformador de 4.200kVA.

I_P = 121,24 A

2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
Us	tensión en el secundario [kV]
Is	intensidad en el secundario [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 800V. En el caso de transformador de 4.200kVA.

Is = 3.031,09 A

2.3 CORTOCIRCUITOS

2.3.1 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.

2.3.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

Scc	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
Up	tensión de servicio [kV]
Iccp	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:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} U_s}$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
Ecc	tensión de cortocircuito del transformador [%]
Us	tensión en el secundario [V]
Iccs	corriente de cortocircuito [kA]

2.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Centros de Transformación,

Se podría utilizar la expresión anterior, pero dado que la compañía suministradora ha proporcionado el dato de la corriente de cortocircuito de la red, esta sería:

Iccp = 12,50 kA

2.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Transformador 4.200 kVA

Para el transformador de este centro, la potencia es de 4.200kVA en un único devanado de BT, la tensión porcentual del cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 800V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 800V en el devanado será, según la fórmula anterior:

Iccs = 5.262,31 kA

2.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas tipo prefabricadas 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.

2.4.1 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.

2.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en un apartado anterior de este capítulo, por lo que:

Icc(din) = 31,25 kA

2.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN 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:

Icc(ter) = 12,50 kA.

2.5 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 de este transformador se realiza por medio de una celda de protección por fusibles, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sean por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos, gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de la red.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

- Termómetro

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

2.6 DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar tanto la intensidad nominal como la de cortocircuito.

Transformador 4.200 kVA

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 121,24 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 255 A para un cable de sección de 240 mm^2 de Al según el fabricante.

- Comprobación de la intensidad de cortocircuito

Es la intensidad que no provoca ninguna disminución de las características de aislamiento de los conductores, incluso después de un número elevado de cortocircuitos. Se la calcula admitiendo que el calentamiento de los conductores se realiza en un sistema adiabático y para una temperatura máxima admisible por el aislamiento de 250°C.

El cálculo de la sección de cable que permite el paso de una corriente de cortocircuito viene dado por la siguiente expresión:

$$Icc^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Dónde:

Icc = Intensidad máxima de cortocircuito (valor eficaz) calculada en una hipótesis adiabática.

t = Duración del cortocircuito en s.

S = Sección nominal en mm^2

$K = 148\ A \cdot s^{0,5} / mm^2$

$\beta = 228\ K$

$\theta_f = 250^0 C$ temperatura final

$\theta_i = 90^0 C$ temperatura inicial

En la siguiente tabla, se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) en los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Sección mm^2	Duración en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
50	14,05	9,95	8,10	6,30	4,45	3,63	3,15	2,81	2,57
150	42,15	29,85	24,30	18,90	13,35	10,90	9,44	8,44	7,71
240	67,44	47,76	38,88	30,24	21,36	17,44	15,10	13,51	12,33
400	112,40	79,60	64,80	50,40	35,60	29,07	25,17	22,52	20,55

2.7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Los edificios prefabricados de homrigon se encuentran ensayados en laboratorios donde el fabricante certifica que la ventilación forzada, en este caso, es la idónea para la potencia del transformador a instalar, en este caso la ventilación la certifica el fabricante para una potencia instalada de 4.200kVA. Si es cierto que según la ITC-RAT 14 en su apdo 4.4.4 nos indica que es necesario comprobar que, en el caso de locales situados por debajo del suelo, y que se produzca un escape de gas, este no pueda acumularse y poner en riesgo la salud de las personas, no siendo este el caso del proyecto.

El local estará provisto de ventilación forzada para evitar la condensación y refrigerar los transformadores. El uso de ventilación forzada se debe a la imposibilidad de garantizar una evacuación suficiente de aire que cumpla con las condiciones de funcionamiento de los equipos haciendo uso de una ventilación natural. Se empleará varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible. En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamable, condición que se cumple pues el centro de transformación está ubicado en un terreno rural.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada de agua IP23D según Norma UNE-EN 62271-202. En cuanto a las rejillas y equipos de evacuación de aire, sus dimensiones, caudal y superficie mínima necesaria para una correcta renovación de aire se justifican en el Anexo de Cálculos.

En este proyecto, el centro será prefabricado, con el diseño realizado según el fabricante el cual cumple con la normativa vigente. El Edificio prefabricado en el proyecto será del tipo Ormazabal, modelo ENVOLVENTE PFU-7 1T VENTILACIÓN FORZADA o similar. El diseño y calculo del edificio es realizado y certificado por el fabricante del centro prefabricado. La ventilación del centro constara principalmente de:

- Rejillas (1,3x07m) de para ventilación de aire situadas adecuadamente en las paredes del prefabricado para favorecer ventilación forzada del mismo, con grado de protección IP 23D, según UNE 20324:1993, según planos del proyecto.

- Incluye un extractor helicoidal mural modelo HCBB/6-800H integrado en rejilla de ventilación trasera para la adecuada ventilación forzada del transformador. Incluso termostato para disparo del sistema de ventilación forzada.
- Los huecos destinados a la ventilación estarán protegidos de forma tal que impidan el paso de pequeños animales. Tendrá la forma adecuada (en forma de lamas) para impedir la entrada del agua de lluvia.

El diseño del local prefabricado se ha realizado, por parte del fabricante, en base a los siguientes cálculos

$$Q = \frac{G}{\gamma}$$

$$G = \frac{P}{C_e \cdot (t_1 - t_0)}$$

$$P = P_{Fe} + P_{Cu} + P_{BT}$$

$$\gamma = \frac{342 \cdot p}{t_1}$$

Donde:

Q caudal de aire a la salida del transformador.
G cantidad de aire necesaria para evacuar el calor generado por el transformador.
γ densidad del aire seco.
P pérdidas de potencia en el transformador.
PFe pérdidas del transformador, en vacío.
PCu pérdidas del transformador, en carga.
PBT pérdidas en los cuadros de BT, cuando circula por sus embarrados la corriente nominal de baja tensión del transformador.
Ce calor específico del aire seco.
t1 temperatura de salida del aire.
t0 temperatura de entrada del aire.
p presión de la mezcla de aire.

La entrada y salida de aire se produce a través de rejillas de ventilación, que deben ser diseñadas en función del caudal que las atraviesa, con una velocidad adecuada para evitar efectos sonoros indeseados.

$$S = \frac{Q}{V \cdot C_r}$$

Donde:

S caudal de aire a la salida del transformador.
Q caudal de aire a la salida del transformador.
V velocidad del aire a través de la rejilla de ventilación.
Cr coeficiente de forma de la rejilla de ventilación.

El fabricante del edificio para el centro de transformación propuesto en este proyecto, en este caso de la marca Ormazabal o similar, certifica y garantiza, según la normativa vigente que le diseño del edificio prefabricado y su ventilación es adecuada para la potencia del transformador y sus aparamenta.

2.8 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

En el caso de que los transformadores instalados sean secos, no será necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

Si se utiliza transformador en aceite, se dispondrá 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.

2.9 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

Los cálculos, dimensionamiento y descripción del sistema corresponden con lo que se prescribe y se obliga en el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, ITC-RAT 13. INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA, ITC-RAT 14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR, ITC-BT 18 INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

Dado que las intalaciones de puesta a tierra del CTPMC están íntimamente relacionadas con las instalaciones de puesta a tierra del resto de la planta, siendo prácticamente indivisibles, los cálculos, dimensionamiento y justificación de las mismas se han tomado en conjunto en un mismo anexo adjunto al proyecto: *ANEXO. PUESTA A TIERRA*.

2.10 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO

Según la ITC-RAT 14 en su apdo 4.8 es necesario comprobar que el nivel de ruido generados por la instalación de alta tensión no supera los valores establecidos en el Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre y en lo referente a zonificación acústica y objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Según el Real Decreto 1367/2007 se establecen unos valores objetivos de calidad acústica en función del área, indicados en la tabla A del anexo II indica unos índices de:

TIPO AREA ACUSTICA		INDICES DE RUIDO		
		Ld	Le	Ln
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

Donde

- Ld es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año. (12 Horas día)
- Le es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

(4 horas tarde)

- Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año. (8 horas noche)

La fórmula para el cálculo es :
Nivel de presión sonora continuo equivalente. LAeq(T)

$$L_{Aeq} = 10\log\frac{1}{24}\left(12 * 10^{\frac{ld}{10}} + 4 * 10^{\frac{le+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{ln+10}{10}}\right)$$

Así mismo dicho Real Decreto 1367/2007 en su Anexo III establece los valores Límites de Inmisión en las tablas B1 y B2,

Tabla B2.del RD y TablaG del Dectreto Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades nuevas.

Uso del local colindante	Tipo de recinto	INDICES DE RUIDO		
		Lkd	Lke	Lkn
Residencial	Estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	35	35	35
	Oficinas	40	40	40
Sanitario	Zonas de estancia	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura	30	30	30

Tabla B1 del RD y tabla F del Decreto .Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades.

TIPO AREA ACÚSTICA		INDICES DE RUIDO		
		Lkd	Lke	Lkn
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55

En este caso se deberá cumplir que los índices de ruido deben ser inferiores a los valores de zona industrial.

2.10.1 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO.

A pesar de que la ITC-RAT-14 exige a las instalaciones no superar un determinado nivel de emisión acústica, el RAT 2014 no exige documentar las medidas adoptadas en el proyecto técnico.

En una instalación fotovoltaica la mayor emisión de ruido es producida por el trasformador.

Los transformadores, para su fabricación, tienen su nivel máximo de ruido (potencia acústica en dB) regulado bajo norma de obligado cumplimiento UNE-EN 50464. En esta norma se encuentra la siguiente tabla que indica las pérdidas del transformador, para tensiones de aislamiento de 36kV, en base a la potencia y el nivel de emisión sonora máximo

Los transformadores actuales, a nivel europeo deben tener, como máximo el nivel A0 de pérdidas del circuito magnético.

En el caso que nos ocupa estamos hablando del transformador que es una máquina puntual que es la única que emite el sonido, en este caso y según la información del fabricante del transformador de 4.200 kVA es de 68dB. Entendiendo que la instalación se encuentra aislada sin viviendas y edificaciones cercanas, el valor Ld, que es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año (12 Horas día), sera 75 dB.

Atenuación por la distancia. Fuentes sonoras puntuales y lineales

En el estudio de la propagación del sonido en campo libre, es decir, en ambientes exteriores, es preciso diferenciar dos tipos de fuentes sonoras

En el caso de las fuentes sonoras puntuales, se considera que toda la potencia de emisión sonora está concentrada en un punto. Se suelen considerar como fuentes puntuales aquellas máquinas estáticas o actividades que se ubican en una zona relativamente restringida del territorio. Dependiendo del detalle del análisis las fuentes puntuales muy próximas pueden agruparse y considerarse como una única fuente.

Para fuentes puntuales, la propagación del sonido en el aire se puede comparar a las ondas de un estanque. Las ondas se extienden uniformemente en todas direcciones, disminuyendo en amplitud según se alejan de la fuente.

En el caso ideal que no existan objetos reflectantes u obstáculos en su camino, el sonido proveniente de una fuente puntual se propagará en el aire en forma de ondas esféricas según la relación:

$$= L_w + 10 \log \left(\frac{ED}{4\pi d^2}\right)$$

Donde ED para el caso de una esfera es 1

$$= L_p - 20 \log r + 11$$

en nuestro caso la fuente es puntual pero está unida al suelo , por lo que realmente es una semiesfera uniforme, es decir ED = 2 por lo tanto quedando la fórmula

$$= -20 \log r + 8$$

2.10.2 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO EN EL INTERIOR DEL PROPIO CT

Lo indicado en el apartado anterior es en campo libre, como no es así si no que existen obstáculos, la pared del centro de transformación, el aire y la pared del local, por lo que la propagación del sonido resulta modificada. Cuando una onda sonora encuentra un obstáculo sólido, una parte de la energía es reflejada por el obstáculo, otra parte es absorbida por el mismo, penetrando en su interior y transformándose en vibraciones mecánicas que pueden eventualmente radiar nuevas ondas acústicas, y, finalmente, el resto de la energía "bordea" el obstáculo, produciéndose una perturbación del campo acústico por efecto de la difracción, lo que se llama propagación del sonido en campo difuso o reverberante

La existencia de superficies reflectantes, y por lo tanto su área de absorción equivalente, en un espacio cerrado en el que se produce la emisión sonora, condicionará la relación entre el nivel de potencia emitido por la fuente y el nivel de presión recibido a una distancia de la misma, quedando plasmado en la siguiente ecuación:

$$= L_w + 10 \log \left(\frac{}{4\pi d^2} + \frac{}{A} \right)$$

Donde A es el área de absorción equivalente, en m2, entendida como el sumatorio de las diferentes superficies que conforman el recinto, Si, por el coeficiente de absorción de cada una de ellas, αi.

El coeficiente de absorción de una superficie vendrá determinado por las características del material del que se compone.

$$A = \sum \propto_I S_I$$

Para la estimación experimental de este parámetro acústico característico de un espacio cerrado, suele emplearse la Fórmula de Sabine, donde el área de absorción equivalente se relaciona experimentalmente con el tiempo de reverberación existente en la estancia y el volumen de la misma.

$$A = 0{,}16\frac{V}{Tr}$$

donde:

V es el volumen de la sala en m3.

Tr el tiempo de reverberación experimental de la sala en segundos.

DETALLES DEL CALCULO:

La justificación debe ser que Lp calculado debe ser inferior al nivel máximo de ruido permitido, en este caso valor LeqAT de 73dBA.

- Dimensiones de la sala del transformador (AxL) x H :8,08x2,38= 19,23m2 x2,78= 53,46m3
- Material de la sala: Hormigón
- Coeficiente de absorción del hormigón en bandas de octava.

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
Hormigón	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02	0,027

Para la banda de 1000Hz:

$A = \sum \propto_I S_I$=8,08x2.585x2x0,02 + 6,08X2,78x0,02x2 + 2,78x2,585x2x0,02=1,932

El nivel de ruido en el propio CTPMC a 3m del origen, del transformador será

$$L_p = 79 - 10\log\left(\frac{2}{4\pi 3^2} + \frac{4}{2{,}027}\right) = 75{,}80dBA$$

2.10.3 CALCULO DEL NIVEL DE RUIDO EN EL EXTERIOR DEL CT (CUMPLIMIENTO RD 1367/2007)

Atenuación por la distancia. Fuentes sonoras puntuales y lineales

En el estudio de la propagación del sonido en campo libre, es decir, en ambientes exteriores, es preciso diferenciar dos tipos de fuentes sonoras.

En el caso de las fuentes sonoras puntuales, se considera que toda la potencia de emisión sonora está concentrada en un punto. Se suelen considerar como fuentes puntuales aquellas máquinas estáticas o actividades que se ubican en una zona relativamente restringida del territorio. Dependiendo del detalle del análisis las fuentes puntuales muy próximas pueden agruparse y considerarse como una única fuente. En este caso, al existir una única fuente de emisión, que es el transformador, será según el fabricante 68dBA.

Para fuentes puntuales, la propagación del sonido en el aire se puede comparar a las ondas de un estanque. Las ondas se extienden uniformemente en todas direcciones, disminuyendo en amplitud según se alejan de la fuente.

En el caso ideal que no existan objetos reflectantes u obstáculos en su camino, el sonido proveniente de una fuente puntual se propagará en el aire en forma de ondas esféricas según la relación.

$$= L_w + 10 \log \left(\frac{ED}{4\pi d^2}\right)$$

Donde ED para el caso de una esfera es 1.

$$= L_p - 20 \log r + 11$$

en nuestro caso la fuente es puntual pero está unida al suelo , por lo que realmente es una semiesfera uniforme, es decir ED = 2 por lo tanto quedando la fórmula:

$$= L_p - 20 \log r + 8$$

El RD 1367/2007 obliga a unos valores máximos de nivel de ruido en función de la ubicación como hemos visto en el apartado Anterior el LeqAT medio ponderado debe ser como máximo 75dB para zona industrial

Usando el Documento Basico de HR (DB-HR) de Protección frente al ruido, para calcular el nivel de ruido en el exterior del local tendremos en cuenta, la perdida por distancia y la perdida por aislamiento de la envolvente hacia fachada exterior.

El material del edificio prefabricado es hormigón armado mediante las fórmulas del DB-HR calculamos la absorción de la cara del edificio teniendo en cuenta que está formado por diferentes materiales, hormigón y acero.

El DB-HR indica que los índices de reducción acústica se determinarán mediante ensayo en laboratorio. No obstante, y en ausencia de ensayo, puede decirse que el índice de reducción acústica proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa y son aplicables las siguientes expresiones (ley de masa) que determinan el aislamiento RA, en función de la masa por unidad de superficie, m, expresada en kg/m2:

$$m \leq 150 kg/m^2 \; RA \; 16,6 \cdot lgm+5 \; [dBA]$$

$$m \geq 150 kg/m^2 \; RA = 36,5 \cdot lgm-38,5 \; [dBA]$$

Para las tapas de acceso de personas y materiales, igualmente están constituidas por hormigón armado y acero, pero de inferior dimensión que las paredes el aislamiento proporcionado en dBA por lo que se utilizará la anterior expresión para su cálculo.

En nuestro caso aplicando las fórmulas anteriores, teniendo en cuenta que es pared simple:

	Msa unitaria Kg/m2	Aislamiento acústico R en dbA
Hormigón de 15cm armado en CT	350	51,35
Puerta y Ventana Chapa Acero		8
Ventana con lamas de ventilación		0

En estos casos en los que la composición es un paramento mixto el aislamiento se calcula con la fórmula

$$R_g = 10\log\left[\frac{(S_c + S_v)}{\left(\frac{S_c}{10^{0,1R_c}} + \frac{S_V}{10^{0,1R_V}}\right)}\right]$$

Donde S, será cada una de las superficies y R el asilamiento correspondiente a cada superficie

Como ya hemos indicado, las ondas se trasmiten como ondas en un estanque, por lo tanto, analizaremos en cada dirección el aislamiento que tiene, y por lo tanto la trasferencia de sonido así tenemos que, en este caso el sonido saldrá por las paredes y el forjado superior, siendo:

- Superficie Paredes C. Transformador (2x2,3+2x8,08)x3,2 = 58,18m^2
- Superficie Techo C. Transformador 2,2x8,08 = 19,23m^2
- Superficie Puerta Acero: 5,04m2
- Superficie Ventanas con lamas: 2,02m2

Con la fórmula anterior calculamos la absorción del conjunto:

a absorción de la cubierta del centro de transformación es de 36,23dBA.

Con la fórmula de la pérdida por distancia, en el aire consideramos una persona encima del transformador, la distancia al oído 1,6m + la altura a la rasante del suelo 2,56 + punto medio del transformador 1,72/2 = 0,86 ---3,3 , el resultado sería:

	Distancia a pto de medición (m)	dB
Emisión sonora Trafo		73

Aislamiento forjado techo		-37,23
Pérdida por distancia	3,3	-23,54
Resultado dB en pto		**203**

Por lo que cumple las condiciones de no llegar a ningún de los limites en ninguno de los casos propuestos en el Real Decreto.

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO V. LÍNEA DE EVACUACIÓN (LE)

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**11/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación por requerimiento de industria**	**28/07/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de industria**	**18/08/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**
03	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

1 LÍNEA DE EVACUACIÓN DE MEDIA TENSIÓN (LE) 5

1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 5
1.2 CARACTERÍSTICAS LÍNEA DE EVACUACIÓN 5
1.2.1 CABLES 5
1.2.2 CANALIZACIONES 7
1.2.2.1 CINTAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO 9
1.2.3 PARALELISMOS 9
1.2.4 CRUZAMIENTOS CON VÍAS DE COMUNICACIÓN CALZADAS (CALLES Y CARRETERAS) 10
1.2.5 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN 10
1.2.5.1 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO 10
1.2.5.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN 11
1.2.6 EMPALMES Y TERMINACIONES 11
1.2.7 PUESTA A TIERRA 12
1.3 CALCULOS ELECTRICOS LINEA DE EVACUACIÓN 15
1.3.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR 15
1.3.2 REACTANCIA DEL CABLE 15
1.3.3 CAPACIDAD 16
1.3.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 18
1.3.5 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES 19
1.3.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITOS ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS 20

2 APOYO CON PASO AÉREO-SUBTERRÁNEO 22

2.1 CONDUCTORES 22
2.2 AISLAMIENTO 23
2.3 APOYO 24
2.4 PUESTA A TIERRA DEL APOYO. 24
2.4.1 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 29
2.4.2 DATOS DE PARTIDA 31
2.4.2.1 JUSTIFICACIÓN DE LOS DATOS DE ENTRADA 32
2.4.3 FÓRMULAS UTILIZADAS 33
2.4.4 RESULTADOS PUESTA A TIERRA 39
2.5 PROTECCIÓN AVIFAUNA. 41

3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA DE EVACUACIÓN (LE) 42

3.1 FÓRMULAS GENERALES 42
3.2 RESULTADOS PARA LA LINEA DE EVACUACIÓN (LE) 44

4 CÁLCULOS MECÁNICOS JUSTIFICATIVOS APOYO CON PASO AÉREO-SUBTERRÁNEO 46

4.1 RESUMEN DE FORMULAS 46
4.1.1 TENSION MAXIMA EN UN VANO 46

4.1.2 VANO DE REGULACION. 48
4.1.3 TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES. 48
4.1.3.1 TENSIÓN MÁXIMA. 50
4.1.3.2 FLECHA MÁXIMA. 51
4.1.3.3 FLECHA MÍNIMA. 51
4.1.3.4 DESVIACIÓN CADENA AISLADORES. 52
4.1.3.5 HIPÓTESIS DE VIENTO. CÁLCULO DE APOYOS. 52
4.1.3.6 TENDIDO DE LA LÍNEA. 52
4.1.4 LIMITE DINAMICO "EDS". 53
4.1.5 HIPOTESIS CALCULO DE APOYOS. 53
4.1.5.1 CARGAS PERMANENTES. 56
4.1.5.2 ESFUERZOS DEL VIENTO. 58
4.1.5.3 DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES. 59
4.1.5.4 ROTURA DE CONDUCTORES. 61
4.1.5.5 RESULTANTE DE ÁNGULO. 64
4.1.5.6 ESFUERZOS DESCENTRADOS. 66
4.1.5.7 ESFUERZOS EQUIVALENTES. 67
4.1.5.8 APOYO ADOPTADO. 69
4.1.6 CIMENTACIONES. 70
4.1.6.1 ZAPATAS MONOBLOQUE. 72
4.1.6.2 ZAPATAS AISLADAS. 72
4.1.7 CADENA DE AISLADORES. 76
4.1.7.1 CÁLCULO ELÉCTRICO 76
4.1.7.2 CÁLCULO MECÁNICO 76
4.1.7.3 LONGITUD DE LA CADENA 77
4.1.7.4 PESO DE LA CADENA 77
4.1.7.5 ESFUERZO DEL VIENTO SOBRE LA CADENA 78
4.1.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD. 78
4.1.8.1 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO 78
4.1.8.2 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SÍ 79
4.1.8.3 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL APOYO 79
4.1.8.4 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 80
4.1.9 ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION. 80
4.1.10 DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO. 81
4.2 RESULTADOS CÁLCULO MECÁNICO DE APOYO CON PASO AÉREO-SUBTERRÁNEO 82

1 LÍNEA DE EVACUACIÓN DE MEDIA TENSIÓN (LE)

1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La línea de evacuación (LE) de media tensión tiene su origen en el Centro de Transformación, Protección, Medida y Control (CTPMC) de la Planta FV, la cual se conectará a un un OCR (no objeto de este proyecto) a instalar en un nuevo apoyo aéreo-subterráneo propiedad de cliente.

La línea de evacuación (LE) de media tensión será de tipología subterránea. Su instalación será hormigado bajo tubo, con cableado tipo HEPRZ1 AL 12/20 kV.

1.2 CARACTERÍSTICAS LÍNEA DE EVACUACIÓN

1.2.1 CABLES

Estarán constituidos por conductores de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados de acuerdo con la Norma UNE-EN 60228, y la pantalla metálica estará constituida por corona de alambres de cobre. Serán obturados longitudinalmente para impedir la penetración del agua, no admitiéndose para ello los polvos higroscópicos sin soporte y cuya cubierta exterior será de poliolefina de color rojo.

Los cables tendrán aislamiento de polietileno reticulado y estarán de acuerdo con la Norma UNE-HD 620-5-E-1.
Según la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra, que el sistema de puesta a tierra permita, y teniendo el sistema de protección previsto en las salidas de la subestación, las redes incluidas en el presente proyecto se clasifican como redes categoría A, según ITC-LAT 06.

En la Tabla 1 se especifica las tensiones nominales de los cables Uo/U, así como su nivel de aislamiento a impulsos tipo rayo, Up, en función de la tensión nominal, de la tensión más elevada y de la categoría de la red, según ITC-LAT 06.

Tensión nominal de la red Un (kV)	Tensión más elevada de la red Us (kV)	Categoría de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
			Uo/U (kV)	Up (kV)
20	24	A-B	12/20	125
		C	15/25	145

Las tensiones nominales normalizadas de la red son 20kV, siguiendo un criterio de unificación de las características de los cables y según la tabla anterior, la tensión nominal seleccionada para utilizar en los cables en ambas tensiones es de 12/20kV.

Los cables utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que pueden estar sometidos.

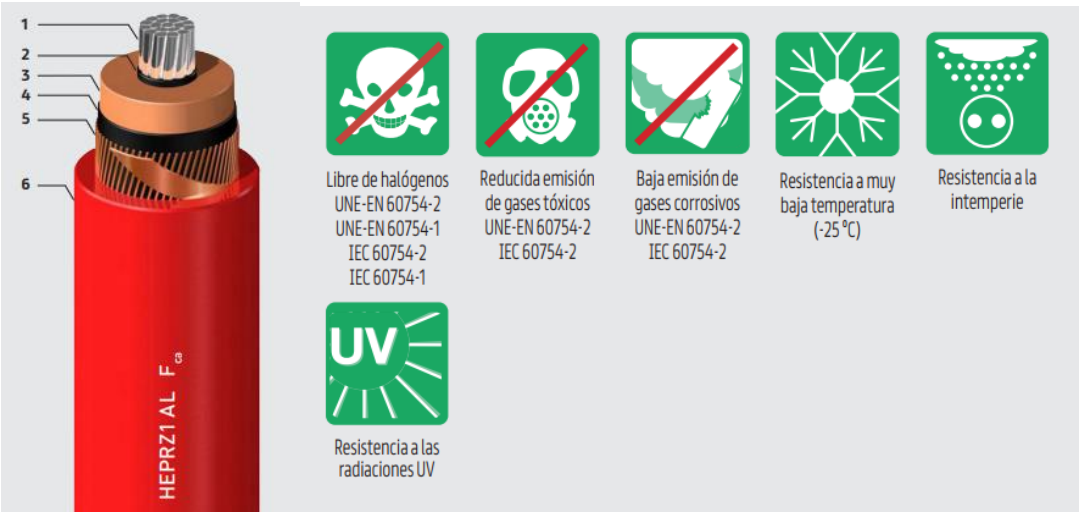
Los empalmes y conexiones de los cables subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea.

Las características principales de los cables se indican en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	VALOR
DENOMINACIÓN	HEPRZ1 AL 12/20 kV
TENSIÓN DE ASILAMIENTO	12/20 (24) kV
NORMAS CONSTRUCCIÓN NORMAS	I-DE DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U. NI 56.43.01 UNE-HD 620-9E
NORMAS REACCIÓN AL FUEGO	UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1 UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
CLASIFICACIÓN CPR	Fca

CONDUCTOR	Aluminio de clase 2 según UNE-EN 60228.
PANTALLA SOBRE CONDUCTOR	Semiconductor extruido
AISLAMIENTO	Etileno-propileno de alto módulo 105 ºC (HEPR).
PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO	Semiconductor extruido separable en frío.
PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA	Obturación longitudinal con cinta hinchante.
PANTALLA METÁLICA	Hilos de cobre con cinta a contraespira
CUBIERTA EXTERIOR	Polietileno (PE) tipo DMZ1.
TEMPERATURA MÁXIMA / MÍNIMA TRABAJO	+105 ºC / -25ºC
VIDA ESTIMADA 2	25 años
SECCIÓN DEL CABLE	Según documento BOM
CANTIDAD	Según documento BOM



1.2.2 CANALIZACIONES

Para la canalización de los cables de Media Tension se utilizará el método Directamente enterrado en zanja y Enterrado bajo tubo en los tramos que se crucen con viales.

Este tipo de canalización es el utilizado de forma prioritaria en las zonas rurales y semiurbanas, cuya definición se indica en el R.D. 1955/2000 de 1 de diciembre. Cumplirán además con lo indicado en las instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, teniendo las siguientes características:

- La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.
- Tendido del cable se haga por medios mecánicos.
- Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra.
- Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.
- Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T.
- Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Los cables irán alojados en zanjas cuyas dimensiones y número de ternas son las que se muestran en la siguiente tabla. En todo momento la profundidad mínima a la parte superior de la terna más próxima a la superficie del suelo no será menor de 60 cm.

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad. La anchura de zanja indicada en la tabla anterior es válida siempre que el tendido de los cables se realice con medios mecánicos, pero cuando el tendido sea manual, será la suficiente para permitir el trabajo de un hombre, conforme a la normativa de riesgos laborales.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocarán los cables, cubriendo los cables irá otra capa de arena de 10 cm y sobre ella irá siempre un tritubo de polietileno de alta densidad de color verde de 40 mm de diámetro con las funciones de protección mecánica de los cables y posible instalación de cables de comunicaciones para el sistema eléctrico.

Se colocará un tritubo para el caso de una terna y dos para el caso de dos ternas directamente enterradas.

A continuación, se rellenará toda la zanja de la misma forma que en el caso anterior, es decir, con el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%. Se colocarán también una cinta de señalización de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima al suelo será de 10 cm y a la parte superior del cable de 25 cm.

1.2.2.1 CINTAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO

Como aviso y para evitar el posible deterioro que se pueda ocasionar al realizar las excavaciones en las proximidades de la canalización, se colocará también una cinta de señalización para el caso de cables directamente enterrados y una o dos (para el caso de 9 tubos) para el caso de cables entubados.

La cinta de señalización será de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm en el caso de cables entubados

En ambos casos quedará como mínimo a 25 cm de la parte superior de los cables o tubos.

El material empleado en la fabricación de la cinta para la señalización de cables enterrados será polietileno. La cinta será opaca, de color amarillo naranja vivo S 0580-Y20R de acuerdo con la Norma UNE 48103. El ancho de la cinta de polietileno será de 150±5 mm y su espesor será de 0,1±0,01 mm.

1.2.3 PARALELISMOS

Los cables subterráneos de MT deberán cumplir las siguientes condiciones, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Otros cables de energía eléctrica

Los cables de MT podrán instalarse paralelamente a otros de BT o AT, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 25 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Cables de telecomunicación

En el caso de paralelismos entre cables MT y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables estaran a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado.

Canalizaciones de agua

Los cables de MT se instalarán separados de las canalizaciones de agua a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel de los cables eléctricos.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

1.2.4 CRUZAMIENTOS CON VÍAS DE COMUNICACIÓN CALZADAS (CALLES Y CARRETERAS)

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie en el cruzamiento no será inferior a 0,60 m. Los tubos serán normalizados según el apartado 2.1.2 y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada.

1.2.5 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN

1.2.5.1 DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO

En caso de seccionamiento en la red subterránea, ésta se realizará, bien con conexiones enchufables o bien mediante celdas de aislamiento independiente de las condiciones atmosféricas.

1.2.5.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Las protecciones existentes en la cabecera de la línea, cuyas características y disposición se recogerán en el proyecto de la subestación suministradora, se complementarán con las protecciones contra sobretensiones necesarias descritas a continuación:

- La protección contra sobretensiones en Media Tensión se realizará mediante la instalación de pararrayos autoválvulas, según la Norma UNE-EN 60099.

- Se colocará un juego de pararrayos autoválvulas en la línea aérea, en el mismo herraje que los terminales del cable a proteger de acuerdo con los planos del documento Planos.

- Si la línea subterránea enlazara dos líneas aéreas se colocará un juego de pararrayos autoválvulas en cada una de las líneas aéreas.

1.2.6 EMPALMES Y TERMINACIONES

En los puntos de conexión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes y terminaciones adecuados a las características de los conductores a unir.

Tanto los empalmes como las terminaciones no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable conectado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme o terminación ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.

- Los empalmes y terminaciones estaran protegidos para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- Los empalmes y terminaciones deben resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

En el caso de que las terminaciones de línea fuesen enchufables, éstas serán apantalladas y de acuerdo con las Normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

1.2.7 PUESTA A TIERRA

En las redes subterráneas de Media Tensión se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de maniobra y protección
- Apoyos
- Pararrayos autoválvulas
- Pantallas metálicas de los cables

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea.

Los elementos que constituyen el sistema de puesta a tierra son:

- Línea de tierra.
- Electrodo de puesta a tierra

a) Línea de tierra

Esta constituida por conductores de cobre o su sección equivalente en otro tipo de material. En función de la corriente de defecto y la duración del mismo, las secciones mínimas del conductor a emplear por la línea de tierra, a efectos de no alcanzar su temperatura máxima se deducirá según la expresión siguiente:

$$S \geq \frac{I_d}{\alpha}\sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}}$$

En donde:

Id = Corriente de defecto en amperios (Idmax=16kA)

t = Tiempo de duración de la falta en segundos. (t=0,1 seg)

$\Delta\theta$ =160°C para conductor aislado, 180°C para conductor desnudo

$$\alpha\ (\text{para } t \leq 5 \text{ seg}) = \begin{cases} 12{,}1 \text{ para conductor de cobre} \\ 8 \text{ para conductor de aluminio} \\ 4{,}4 \text{ para conductor de acero} \end{cases}$$

En la siguiente tabla se indican las secciones mínimas del conductor.

Tabla 7

Sección (mm2)	Material	Duración de la falta (seg)							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1	2	3
Conductor desnudo	Cu	31	44	54	62	70	99	139	171
	Al	47	67	82	94	105	149	211	258
	Acero	86	121	148	171	192	271	383	469
Conductor aislado	Cu	33	47	57	66	74	105	148	181
	Al	50	71	87	100	112	158	224	274

Se elegirán las secciones normalizadas, de valor igual o inmediatamente superior al calculado. En ningún caso, esta sección será inferior a 50 mm2 para el cobre ó aluminio y 100 mm2 para el acero.

Los conductores a utilizar cumplirán con las Normas UNE 207015 para cables de cobre desnudo, UNE-EN 50182 para cables de aluminio desnudo, UNE EN 50189 para cables de acero y UNE-EN 60228 para cables aislados.

b) Electrodos de puesta a tierra

Los elementos de difusión vertical estarán constituidos por picas cilíndricas acoplables de 2 metros de longitud de acero-cobre según UNE 21056 y con un recubrimiento de cobre tipo recocido industrial según UNE 20003 con un espesor medio mínimo de 0,3 mm no siendo en ningún punto el espesor efectivo inferior a 0,27 mm.

La sección mínima para el anillo difusor, realizado en cobre, será 50 mm^2.

1.3 CALCULOS ELECTRICOS LINEA DE EVACUACIÓN

1.3.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura T de funcionamiento de la línea.

Se adopta el valor correspondiente a T = 90º C que viene determinado por la expresión:

$$R_{90} = R_{20} \, [\, 1 + \alpha \, (90 - 20) \,] \; \Omega / km$$

Siendo α = 0,00403 para el aluminio.

Resistencia, reactancia y capacidad.

Sección mm²	Tensión U_0/U kV	Resistencia máx. a 90°C Ω/km	Reactancia por fase Ω/km	Capacidad µF/km
50		0,822	0,133	0,206
150		0,265	0,112	0,368
240	12/20	0,162	0,105	0,453
400		0.102	0.098	0,536
50		0,822	0,144	0,161
150	18/30	0,265	0,121	0,266
240		0,162	0,113	0,338
400		0,102	0.106	0,401

1.3.2 REACTANCIA DEL CABLE

La reactancia kilométrica de la línea se calcula según la expresión:

$$X = 2 \, \pi \, f £ \; \Omega/km$$

y sustituyendo en ella el coeficiente de inducción mutua £ por su valor:

$$£ = (K + 4{,}605 \log \frac{2D_m}{d}) 10^{-4} \, H/km$$

Se llega a:

$$X = 2\pi f\left(K + 4{,}605 \log \frac{2D_m}{d}\right) 10^{-4}\ \Omega/\text{km}$$

donde:

X = Reactancia, en ohmios por km

F = Frecuencia de la red en herzios

D_m= Separación media geométrica entre conductores en mm

d = Diámetro del conductor en mm

K = Constante que para conductores cableados toma los valores siguientes:

Tabla 9

Sección nominal (mm^2)	K
95	0,55
150	0,55
240	0,53

Sustituyendo con los datos de la Tabla 2, y considerando la instalación de los cables en triángulo contacto, se obtiene los siguientes valores aproximados de la reactancia lineal:

Tabla 9

Sección nominal (mm^2)	Reactancia lineal (Ω/km)
95	0,126
150	0,118
240	0,109
240 (S)	0,109
240 (AS)	0,118

1.3.3 CAPACIDAD

La capacidad para cables con un solo conductor depende de:

a) Las dimensiones del mismo (longitud, diámetro de los conductores, incluyendo las eventuales capas semiconductoras, diámetro debajo de la pantalla).

b) La permitividad o constante dieléctrica ⍰ del aislamiento.

Para el caso de los cables de campo radial, la capacidad será:

$$C = \frac{0{,}0241 \cdot \varepsilon}{\log \frac{D}{d}} \mu F/km$$

Siendo:

D = Diámetro del aislante.

d = Diámetro del conductor incluyendo la capa semi-conductora.

ε = 2,5 (XLPE)

La intensidad de carga es la corriente capacitiva que circula debido a la capacidad entre el conductor y la pantalla. La corriente de carga en servicio trifásico simétrico para la tensión más elevada de la red es:

$$I_c = 2\ \pi\ f\ C\ \frac{U_m}{\sqrt{3}} . 10^{-3}\ A/km$$

en donde:

C = Capacidad (μF/km)

Um= Tensión más elevada de la red

Con los datos de la Tabla 2, se obtienen los siguientes valores aproximados de capacidad:

Tabla 11

Sección (mm^2)	Capacidad (μF/km)	Ic (A/km)	
		Um=17,5 kV	Um=24 kV
95	0,217	0,689	0,946
150	0,254	0,805	1,105
240	0,309	0,980	1,346
240 (S)	0,306	0,972	1,335
240 (AS)	0,306	0,972	1,335

1.3.4 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Para el tipo de instalación seleccionado se justificará y calculará según la norma UNE 21144 la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, son las que figuran en la siguiente tabla:

Sección mm²	Intensidad máxima admisible (A)		
	Al aire	Enterrada	Entubada
50	180	145	135
150	360	275	255
240	495	365	345
400	660	470	450

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

Condiciones tipo de instalación directamente enterrada: A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considerará una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 12/20kV formada por un terno de cables unipolares directamente enterrados en toda su longitud a 1 metro de profundidad (medido a la parte superior del cable), en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K.m/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25ºC y con una temperatura del aire ambiente e 40ºC. las intensidades máximas admisibles, son las que aparecen en la siguiente tabla:

Sección del conductor (mm²)	$I_{máx}$ (A)	
	Terreno de resistividad térmica	
	1 K·m/W	1,5 K·m/W
95	242	205
150	307	260
240	407	345

Condiciones especiales de instalación enterrada y coeficientes de corrección de la intensidad admisible

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación enterrada cuyas características se han especificado, deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor superior a la prevista. Se justificará en función de lo establecido en el apartado 6.1.2.2 del reglamento de LAT.

1.3.5 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calcularán de acuerdo con la Norma UNE 21192, siendo válido el cálculo aproximado de las intensidades de corriente indicado a continuación.

Estas densidades se calculan de acuerdo con las temperaturas especificadas, considerando como temperatura inicial la de servicio permanente y como temperatura final la de cortocircuito de duración inferior a 5 segundos. En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático). En estas condiciones se tiene:

$$Icc^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

En donde:

Icc = corriente de cortocircuito, en amperios
S = sección del conductor, en mm2
K = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.
t = duración del cortocircuito, en segundos

Si se desea conocer la densidad de corriente de cortocircuito para un valor de t distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior. K coincide con el valor de densidad de corriente tabulado para t = 1s, para los distintos tipos de aislamiento.

Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a una temperatura inicial θi diferente a la máxima asignada al conductor para servicio permanente θs, basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección:

$$\sqrt{\frac{Ln\left(\frac{\theta cc + \beta}{\theta i + \beta}\right)}{Ln\left(\frac{\theta cc + \beta}{\theta s + \beta}\right)}}$$

Dónde β< =235 para el cobre y β< =228 para el aluminio.

En la siguiente tabla, se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) en los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Sección mm^2	Duración en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
50	14,05	9,95	8,10	6,30	4,45	3,63	3,15	2,81	2,57
150	42,15	29,85	24,30	18,90	13,35	10,90	9,44	8,44	7,71
240	67,44	47,76	38,88	30,24	21,36	17,44	15,10	13,51	12,33
400	112,40	79,60	64,80	50,40	35,60	29,07	25,17	22,52	20,55

1.3.6 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITOS ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS

Las intensidades de cortocircuito máximas admisibles en las pantallas de los cables de aislamiento seco varían de forma notable con el diseño del cable. Esta variación depende del tipo de cubierta, del diámetro de los hilos de pantalla, de la colocación de estos hilos, etc.

El cálculo será realizado siguiendo la norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la Norma UNE 21192. Los valores obtenidos no dependerán del tipo de aislamiento, ya que en el cálculo intervienen sólo las capas exteriores de la pantalla. La Norma UNE 211435 no será de aplicación para estos cálculos. El dimensionamiento mínimo de la pantalla será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000A durante 1 segundo.

En la tabla siguiente se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) por la pantalla de los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito

Sección	Duración en segundos								
mm^2	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

2 APOYO CON PASO AÉREO-SUBTERRÁNEO

El alcance de este proyecto incluye únicamente el cálculo del nuevo apoyo privado aereo subterraneo, no obstante, para realizar el cálculo mecánico del apoyo se ha considerado el apoyo de conexión a intercalar en la línea existente (aunque esta no está incluida dentro del alcance de este proyecto) para obtener las tensiones y flechas de tendido de los vanos afectados y así obtener los esfuerzos a soportar por el nuevo apoyo privado a instalar y de esta forma poder calcular y dimensionar correctamente el mismo.

2.1 CONDUCTORES

Los conductores que se emplearán en el presente proyecto tipo serán de aluminio-acero (LA) seleccionados entre los recogidos por la Norma UNE 21018.

A continuación, se muestra la equivalencia entre la denominación empleada en el presente proyecto tipo y la que fija la norma UNE-EN 50182, para los conductores de aluminio-acero

Denominación proyecto tipo	Denominación UNE-EN 50182
LA-110	94-AL1/22-ST1A

Las características principales de los conductores empleados en el proyecto tipo se indican en la siguiente tabla:

Denominación			LA-110
SECCIÓN TRANSVERSAL	ALUMINIO mm^2		94,2
	ACERO mm^2		22,0
	TOTAL mm^2		116,20
COMPOSICIÓN	ALUMINIO	Nº hilos	30
		Diam. hilo (mm)	2,0
	ACERO	Nº hilos	7

		Diam. hilo (mm)	2,0
DIÁMETRO	NÚCLEO ACERO (mm)		6,2
	CABLE COMPLETO (mm)		14,0
CARGA ROTURA (daN)			4.317
RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20º C (ohm/km)			0,3067
MASA (kg/m)			0,4325

2.2 AISLAMIENTO

El aislamiento está formado por aislamiento polimérico de diferente constitución según la función que desempeñen: suspensión, suspensión- cruce, suspensión-derivación o amarre.

Los elementos que las constituyen se pueden considerar divididos en cuatro grupos:

1. Aisladores de tipo polimérico cuyas características y denominación están fijadas en las Normas UNE 21909.
2. Herrajes: norma de acoplamiento de en función del tipo elemento aislador.
3. Grapas: para conductor LA-110 y para las funciones de suspensión y de amarre.
4. Accesorios: varillas helicoidales preformadas para protección

Los niveles de asilamiento mínimos tratados se corresponden a la tensión más elevada de la línea, 24 kV.
Los niveles de aislamiento correspondientes a la tensión más elevada de la línea, cumplen las prescripciones reglamentarias reflejadas en el apartado 4.4. del ITC-LAT 07.

Características	Valor
Tensión más elevada (kV eficacies)	24
Tensión de ensayo al choque (kV cresta)	125
Tensión de ensayo a frecuencia industrial (kV eficaces)	50

2.3 APOYO

El apoyo de la línea es clasificado como apoyo frecuentado según lo dispuesto en el apartado 7.3.4.2 de la ITC-LAT 07.

El apoyo diseñado a utilizar para el paso aéreo subterráneo bajo línea tendrá las siguientes características:

- **Metálico de celosía**
- **Longitud nominal de 14 m.**
- **Esfuerzos nominales de máximo 4500 daN.**
- **Construidos de acuerdo con las normas aprobadas por i-DE.**

Para la **elección del apoyo se realiza el cálculo mecánico del vano flojo de la línea** que afectan a dicho apoyo. Ese cálculo se muestra en el **apartado 4** de este Anexo. Los resultados mecánicos del apoyo se muestran en el **apartado 4.2** de este Anexo.

El apoyo se conecta a tierra teniendo presente lo especificado en el apartado 7 del ITC-LAT 07. Esta conexión se efectuará por electrodos tipo pica vertical o mediante anillo cerrado con o sin picas.

La cimentación del apoyo metálico será de hormigón mediante zapatas monobloque o zapatas aisladas.

2.4 PUESTA A TIERRA DEL APOYO.

GENERALIDADES

El R.L.A.T. en su ITC-LAT-07 establece los criterios y los requisitos de los sistemas de puesta a tierra en los apoyos de líneas eléctricas de manera que sea eficaz en todas las circunstancias y mantengan las tensiones de paso y de contacto dentro de niveles aceptables.

Los sistemas deberán cumplir los siguientes requisitos:

➢ Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.

➢ Resistir, desde un punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el

cálculo.

➢ Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.

➢ Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Estos requisitos dependen fundamentalmente de:

- Método de puesta a tierra del neutro de la red: neutro aislado, neutro puesto a tierra mediante impedancia o neutro rígido a tierra.
- Del tipo de apoyo en función de su ubicación: apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados y del material constituyente del apoyo: conductor o no conductor.

El sistema de puesta a tierra está constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y CONDICIONES DE MONTAJE

Los electrodos de puesta a tierra empleados son de material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del terreno, de modo que garantizan una tensión de contacto dentro de los niveles aceptables. I-DE para cumplimentar el R.L.A.T., ha adoptado para sus líneas, los criterios reseñados en el documento M.T. 2.23.35, que en líneas generales consiste en:

➢ Tipos de electrodos:

- Electrodos horizontales de puesta a tierra constituidos por cables enterrados, desnudos, de cobre de 50 mm2, dispuestos en forma de bucles perimetrales.
- Picas de tierra verticales, de acero cobrizado de 14 mm de diámetro, de 1,5 m de longitud, que podrán estar formadas por elementos empalmables.

➢ Instalación de electrodos horizontales de puesta a tierra:

El electrodo de puesta a tierra estará situado a una profundidad suficiente para evitar el efecto de la congelación del agua ocluida en el terreno. Los electrodos horizontales de puesta a tierra se situarán a una profundidad mínima de 0,5 m (habitualmente entre 0,5 m y 1 m). Esta medida garantiza una cierta protección mecánica.

Los electrodos horizontales de puesta a tierra se colocarán en el fondo de una zanja perimetral al macizo de hormigón de la cimentación, a una distancia de 1 m de dicho macizo, de forma que:

a) Se rodeen con tierra ligeramente apisonada.
b) Las piedras o grava no estén directamente en contacto con los electrodos de puesta a tierra enterrados.
c) Cuando el suelo natural sea corrosivo para el tipo de metal que constituye el electrodo, el suelo se reemplace por un relleno adecuado.

➢ Instalación de picas de tierra verticales

Las picas verticales son particularmente ventajosas cuando la resistividad del suelo decrece mucho con la profundidad. Se clavarán en el suelo empleando herramientas apropiadas para evitar que los electrodos se dañen durante su hincado. La parte superior de cada pica quedará situada siempre por debajo del nivel de tierra y a la profundidad que corresponda en función del electrodo tipo seleccionado.

➢ Unión de los electrodos de puesta a tierra

Las uniones utilizadas para conectar las partes conductoras de una red de tierras, con los electrodos de puesta a tierra dentro de la propia red, tendrán las dimensiones adecuadas para asegurar una conducción eléctrica y un esfuerzo térmico y mecánico equivalente a los de los propios electrodos.

Los electrodos de puesta tierra serán resistentes a la corrosión y no deben ser susceptibles de crear pares galvánicos.

Las uniones usadas para el ensamblaje de picas deben tener el mismo esfuerzo mecánico que las picas mismas y deben resistir fatigas mecánicas durante su colocación. Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.

➢ Conexión de los apoyos a tierra

Todos los apoyos de material conductor o de hormigón armado deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Los apoyos de material no conductor no necesitan tener puesta a tierra. Además, todos los apoyos frecuentados, salvo los de material aislante, deben ponerse a tierra.
La conexión específica a tierra de los apoyos de hormigón armado podrá efectuarse de las dos formas siguientes:

a) Conectando a tierra directamente los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, mediante un conductor de conexión.
b) Conectando a tierra la armadura del hormigón, siempre que la armadura reúna las condiciones que se exigen para los conductores que constituyen la línea de tierra. Sin embargo, esta forma de conexión no se admitirá en los apoyos de hormigón pretensado.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de las armaduras, en el caso de apoyos de hormigón armado.
Los chasis de los aparatos de maniobra podrán ponerse a tierra a través de la estructura del apoyo metálico.

DIMENSIONAMIENTO A FRECUENCIA INDUSTRIAL DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA
Los parámetros pertinentes para el dimensionamiento de los sistemas de puesta a tierra son:
a) Valor de la corriente de falta.
b) Duración de la falta.
Estos dos parámetros dependen principalmente del método de la puesta a tierra del neutro de la red.
c) Características del suelo.

➢ Dimensionamiento respecto corrosión y resistencia mecánica.
Para el dimensionamiento con respecto a la corrosión y a la resistencia mecánica de los electrodos se seguirán los criterios indicados en el apartado 3 de la ITC-RAT 13 del R.A.T.
Los electrodos de tierra que están directamente en contacto con el suelo (cables desnudos de cobre picas de acero cobrizado) serán de materiales capaces de resistir, de forma general, la corrosión (ataque químico o biológico, oxidación, formación de un par electrolítico, electrólisis, etc.). Así mismo resistirán, generalmente, las tensiones mecánicas durante su instalación, así como aquellas que ocurren durante el servicio normal.

➢ Dimensionamiento respecto resistencia térmica.
Para el dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica de los electrodos se seguirán los criterios indicados en la ITC- RAT 13 del R.A.T.

El cálculo de la sección de los electrodos de puesta a tierra depende del valor y la duración de la corriente de falta, por lo que tendrán una sección tal que puedan soportar, sin un calentamiento peligroso, la máxima corriente de fallo a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones de la línea. Para corrientes de falta que son interrumpidas en menos de 5 segundos, se podrá contemplar un aumento de temperatura adiabático. La temperatura final deberá ser elegida con arreglo al material del electrodo o conductor de puesta a tierra y alrededores del entorno.

DIMENSIONAMIENTO CON RESPECTO A LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

En la ITC-LAT 07 del R.L.A.T., se establecen los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, Uca, a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de la falta.

Para las tensiones de paso no es necesario definir valores admisibles, ya que los valores admisibles de las tensiones de paso aplicadas son mayores que los valores admisibles en las tensiones de contacto aplicadas. Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas, debiéndose tomar como referencia lo establecido en el R.A.T.

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, en la ITC-LAT 07 del R.L.A.T. se establece la clasificación de los apoyos según su ubicación en apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados.

Apoyos frecuentados: Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente, donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego. Los lugares que

solamente se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

1. Cuando se aíslen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
2. Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).
3. Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas, especificadas en la ITC-RAT 13 del R.A.T.

2.4.1 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

APOYOS FRECUENTADOS CON CALZADO.

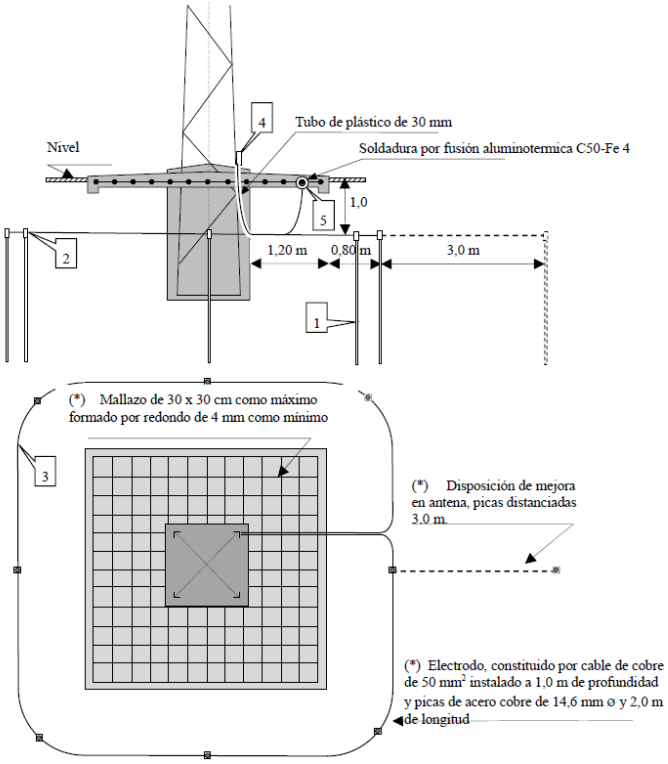
Con objeto de evitar tensiones de contacto se empleará una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de la cimentación del apoyo. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallado electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de, al menos, 0,1 m. Este mallado se conectará a un punto a la puesta a tierra de protección del apoyo.

La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1 m. como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm2 de sección, enterrado como mínimo a 0,5 m de profundidad, al que se conectarán en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro. En todo caso la resistencia de puesta a tierra presentada por el electrodo, en ningún caso debe ser superior a 50 Ω. Si no es

posible alcanzar este valor, mediante la configuración tipo, y hasta conseguir los 50 Ω, se añadirá, a dicha configuración, picas en hilera, de igual longitud, separadas 3 m entre sí.

PUESTA A TIERRA EN APOYOS. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE EN TIERRA

Zona frecuentada (F) de pública concurrencia (PC) y apoyos de maniobra (AM)



(*) Ver MT 2.22.05

Nota: En caso de llevar conductor de puesta a tierra visible, bajará grapado al apoyo, será de aluminio acero y de una sección no inferior a 100 mm², al objeto de evitar los robos que se producen con conductores de cobre, sustituyéndose la grapa de la marca 4 por una doble paralela bimetálica.

Marca	Designación	Denominación	Código	Documento
1	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 2 m de longitud	50 26 164	NI 50.26.01
2	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable CU	58 26 631	NI 58.26.03
3	C 50	Cable de cobre de 50 mm2	54 10 050	NI 54.10.01
4	GCP/C16	Grapa de conexión paralela para cable de CU	58 26 035	NI 58.26.04
5	S/n	Soldadura por fusión aluminotermica C 50 con redondo de tetracero de 4 mm de Ø.		
6	DCP 50c/50c	Conector por cuña a presión para conductor de cobre de 50/50 mm²	58 21 510	NI 58.21.01

2.4.2 DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida para el cálculo de la puesta a tierra del apoyo del proyecto, en base a la elección del sistema de puesta de tierra indicado anteriormente son:

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
1. PARÁMETROS DE LA RED			
Tensión Nominal (Un)	20	kV	Tensión nominal de la red de distribución
Tensión Compuesta	20.000	V	Tensión entre fases (Un × 1000)
Tensión Simple (Uf)	11.547	V	Tensión fase-neutro (Un / √3)
2. TIPO DE PUESTA A TIERRA DE LA SUBESTACIÓN			
Tipo de PAT	Reactancia 4 Ω	—	Sistema de puesta a tierra del neutro
Reactancia Equivalente (XLTH)	5,2	Ω	Equivalente Thévenin para fallo monofásico (Tabla 8 de MT 2.23.35)
Intensidad Máx. Defecto (I1F)	2.228	A	Intensidad máxima de cortocircuito a tierra (Tabla 8 de MT 2.23.35)
Factor de Tensión (c)	1,1	—	Factor según UNE-EN 60909-1
Medida Adicional	Acera equipotencial con mallazo		
3. RESISTIVIDAD DEL TERRENO			
Resistividad (ρ)	300	Ω·m	Resistividad del terreno (rango normativo: 200-1000 Ω·m)
Resistividad Superficial (ρs)	300	Ω·m	Resistividad superficial del terreno natural
Resistividad Hormigón (ρ's)	3.000	Ω·m	Resistividad del hormigón (para cálculo de U'pa2)
4. CLASIFICACIÓN DEL APOYO			
Tipo de Apoyo	Frecuentado con calzado	—	Clasificación según ubicación y accesibilidad
Resistencia Máx. Admisible (Rt_max)	50	Ω	Valor máximo admisible para apoyos frecuentados (Tabla 4 de MT 2.23.35)
5. ELECTRODO SELECCIONADO			
Designación del Electrodo	CPT-LA-30/0.5	—	Configuración normalizada (Tabla 2 de MT 2.23.35)
Dimensiones del Electrodo	3,0 × 3,0	m	Bucle perimetral cuadrado
Profundidad de Enterramiento	0,5	m	Profundidad mínima de enterramiento del cable

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Conductor del Electrodo	Cu 50 mm²	—	Cable desnudo de cobre
Número de Picas	4	unidades	Picas de acero cobrizado en los vértices
Longitud de Picas	1,5	m	Longitud individual de cada pica
Diámetro de Picas	14	mm	Diámetro de las picas de acero cobrizado
6. COEFICIENTES DEL ELECTRODO			
Kr (resistencia)	0,118	Ω/(Ω·m)	Coeficiente de resistencia de puesta a tierra (Tabla 6 de MT 2.23.35)
Kc (tensión contacto)	0,036	V/(Ω·m·A)	Coeficiente de tensión de contacto (Tabla 9 de MT 2.23.35)
Kp1 (tensión paso terreno-terreno)	0,024	V/(Ω·m·A)	Coeficiente de tensión de paso terreno-terreno
Kp2 (tensión paso acera-terreno)	0,068	V/(Ω·m·A)	Coeficiente de tensión de paso acera-terreno
7. CONSTANTES PARA CÁLCULO DE TENSIONES APLICADAS			
Impedancia del Cuerpo (Zb)	1.000	Ω	Impedancia del cuerpo humano mano-pies
Resistencia del Calzado (Ra1)	2.000	Ω	Resistencia adicional del calzado por pie

2.4.2.1 JUSTIFICACIÓN DE LOS DATOS DE ENTRADA

Tensión Nominal (20 kV)

La tensión nominal de 15 kV es uno de los niveles de tensión normalizados para redes de distribución de media tensión en España, según el RLAT y las redes de Iberdrola.

Sistema de Puesta a Tierra (Reactancia 4 Ω)

El promotor no ha facilitado el sistema de PaT del neutro. Se estima el sistema de puesta a tierra del neutro mediante reactancia de 4 Ω que es una configuración estándar de Iberdrola para redes de 15kV.

Resistividad del Terreno (300 Ω·m)

El promotor no aporta estudios de terreno. El valor de resistividad de 300 Ω·m se corresponde con: - Terrenos húmedos, arcillosos o con grava - Valor medio dentro del rango considerado por la normativa (200-1000 Ω·m). Este valor es conservador para el diseño (no excesivamente optimista).

Tipo de Apoyo (Frecuentado con Calzado)

La clasificación como "frecuentado con calzado" se justifica por:

- Ubicación: Zona de acceso público (acera, calle, plaza…) - Frecuencia de paso: Alta presencia de personas ajenas a la instalación
- Tipo de superficie: Pavimento donde se puede suponer razonablemente que las personas están calzadas
- Duración de permanencia: Personas pueden permanecer cerca del apoyo durante tiempo significativo

Electrodo CPT-LA-30/0.5

La selección del electrodo CPT-LA-30/0.5 se basa en:

- - Dimensiones de la cimentación: 1,0 × 1,0 m
- - Configuración tipo: Bucle perimetral con 4 picas en los vértices
- - Profundidad: 0,5 m (adecuada para apoyos frecuentados con calzado)
- - Normalización: Electrodo estandarizado en la MT 2.23.35 de Iberdrola

2.4.3 FÓRMULAS UTILIZADAS

TENSIÓN SIMPLE

Expresión matemática:

$Uf = Un / \sqrt{3}$

Variables: - **Uf** = Tensión simple o fase-neutro [V] - **Un** = Tensión nominal de la red [kV] - **√3** = 1,732 (constante para sistemas trifásicos)

Origen normativo: ITC-LAT 07 del RLAT
Unidades: V (voltios)
Justificación: En un sistema trifásico equilibrado, la tensión entre fase y neutro es la tensión compuesta dividida por √3.

RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Expresión matemática:

$Rt = Kr \times \rho$

Variables: - **Rt** = Resistencia de puesta a tierra del electrodo [Ω] - **Kr** = Coeficiente de resistencia del electrodo [Ω/(Ω·m)] - **ρ** = Resistividad del terreno [Ω·m]

Origen normativo: Apartado 5.3.4.3 de la MT 2.23.35
Unidades: Ω (ohmios)
Justificación: Los coeficientes Kr han sido calculados mediante el método de Howe para cada configuración de electrodo normalizada. Este método considera la geometría del electrodo, el número de picas, su disposición y la profundidad de enterramiento.
Valores de Kr según tipo de electrodo: - Apoyos no frecuentados (1 pica): Kr = 0,604 - CPT-LA-30/0.5 (frecuentados con calzado): Kr = 0,118

INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA

Expresión matemática:

$I'1F = (1,1 \times Uf) / \sqrt{(X^2LTH + R^2t)}$

Variables: - **I'1F** = Intensidad de defecto a tierra en el apoyo [A] - **1,1** = Factor de tensión c (según UNE-EN 60909-1) - **Uf** = Tensión simple fase-neutro [V] - **XLTH** = Reactancia equivalente Thévenin [Ω] - **Rt** = Resistencia de puesta a tierra del apoyo [Ω]

Origen normativo: Apartado 5.3.4.3, punto 4 de la MT 2.23.35
Unidades: A (amperios)
Justificación: Esta fórmula resulta del análisis del circuito equivalente Thévenin para fallo monofásico. El factor 1,1 tiene en cuenta: - Variación de la tensión en espacio y tiempo - Tolerancia negativa de la impedancia de puesta a tierra - Variación en las tomas de regulación de los transformadores - Comportamiento subtransitorio de alternadores y motores

TIEMPO DE DISPARO DE LAS PROTECCIONES

Expresión matemática:

t = 400 / I'1F

Variables: - **t** = Tiempo de actuación de las protecciones [s] - **400** = Constante característica de las protecciones de Iberdrola [A·s] - **I'1F** = Intensidad de defecto a tierra [A]

Origen normativo: Punto 4 de la MT 2.23.35
Unidades: s (segundos)
Justificación: Las protecciones instaladas en las líneas aéreas de Iberdrola (≤20 kV) garantizan que la actuación se produce según esta característica inversa. Para las intensidades máximas de defecto (tabla 8), el tiempo de actuación es inferior a 1 segundo, cumpliendo así el requisito de "desconexión automática inmediata" establecido en el RLAT.
Límite: t < 1 segundo para apoyos no frecuentados

TENSIÓN DE CONTACTO EN LA INSTALACIÓN

Expresión matemática:

U'c = Kc × ρ × I'1F

Variables: - **U'c** = Tensión de contacto máxima en la instalación [V] - **Kc** = Coeficiente de tensión de contacto [V/(Ω·m·A)] - **ρ** = Resistividad del terreno [Ω·m] - **I'1F** = Intensidad de defecto a tierra [A]

Origen normativo: Punto 5 de la MT 2.23.35
Unidades: V (voltios)
Justificación: Calculada mediante el método de Howe, representa la máxima diferencia de potencial entre cualquier parte metálica del apoyo puesta a tierra y un punto del terreno a 1 metro de distancia.
Valores de Kc (Tabla 9): - CPT-LA-30/0.5: Kc = 0,036 V/(Ω·m·A)

TENSIONES DE PASO EN LA INSTALACIÓN

Expresiones matemáticas:

Tensión de paso terreno-terreno:
U'p1 = Kp1 × ρ × I'1F

Tensión de paso acera-terreno:

U'p2 = Kp2 × ρ × I'1F

Variables: - **U'p1** = Tensión de paso terreno-terreno [V] - **U'p2** = Tensión de paso acera-terreno (o acceso) [V] - **Kp1** = Coeficiente de tensión de paso terreno-terreno [V/(Ω·m·A)] - **Kp2** = Coeficiente de tensión de paso acera-terreno [V/(Ω·m·A)] - **ρ** = Resistividad del terreno [Ω·m] - **I'1F** = Intensidad de defecto a tierra [A]

Origen normativo: Apartado 5.3.4.3 de la MT 2.23.35
Unidades: V (voltios)
Justificación: - **U'p1:** Diferencia de potencial entre dos puntos del terreno separados 1 metro, en la dirección de máximo gradiente - **U'p2:** Diferencia de potencial entre un pie sobre acera de hormigón y otro sobre terreno natural, a 1 metro del apoyo
Valores de Kp para CPT-LA-30/0.5: - Kp1 = 0,024 V/(Ω·m·A) - Kp2 = 0,068 V/(Ω·m·A)

TENSIÓN DE CONTACTO APLICADA

Expresión matemática:

U'ca = U'c / (1 + (Ra1 + 3×ρ) / (2×Zb))

Desarrollando el denominador:

U'ca = U'c / (1 + (Ra1 + Ra2) / (2×Zb))

donde: Ra2 = 3×ρ

Variables: - **U'ca** = Tensión de contacto aplicada (tensión en el cuerpo humano) [V] - **U'c** = Tensión de contacto en la instalación [V] - **Ra1** = Resistencia del calzado de un pie (2.000 Ω para calzado aislante) - **ρ** = Resistividad del terreno [Ω·m] - **Ra2** = 3×ρ = Resistencia a tierra del punto de contacto de un pie [Ω] - **Zb** = Impedancia del cuerpo humano (1.000 Ω)

Origen normativo: Ecuación (1) de la ITC-LAT 07 del RLAT, apartado 5.3.4.2 de la MT 2.23.35
Unidades: V (voltios)
Justificación: La tensión de contacto aplicada es inferior a la tensión de contacto en la instalación debido a: 1. La resistencia adicional del calzado (Ra1) 2. La resistencia del contacto pie-tierra (Ra2 = 3×ρ) 3. Estas resistencias se encuentran en serie con la impedancia del cuerpo humano (Zb)
El factor de reducción depende de la resistividad del terreno y del tipo de calzado.
Límite normativo para apoyos frecuentados: U'ca ≤ 100 V

TENSIONES DE PASO APLICADAS

Tensión de paso aplicada terreno-terreno:

U'pa1 = U'p1 / (1 + (2×Ra1 + 6×ρ) / Zb)

Desarrollando:

U'pa1 = U'p1 / (1 + (2×Ra1 + 2×Ra2) / Zb)
donde: Ra2 = 3×ρ por cada pie

Tensión de paso aplicada acera-terreno:

U'pa2 = U'p2 / (1 + (2×Ra1 + 3×ρ + 3×ρ's) / Zb)

Variables: - **U'pa1** = Tensión de paso aplicada terreno-terreno [V] - **U'pa2** = Tensión de paso aplicada acera-terreno [V] - **U'p1, U'p2** = Tensiones de paso en la instalación [V] - **Ra1** = Resistencia del calzado de un pie (2.000 Ω) - **ρ** = Resistividad del terreno [Ω·m] - **ρ's** = Resistividad de la capa superficial de hormigón (3.000 Ω·m) - **Zb** = Impedancia del cuerpo humano (1.000 Ω)

Origen normativo: Apartado 5.3.4.2 de la MT 2.23.35
Unidades: V (voltios)
Justificación: - **U'pa1:** Considera la resistencia del calzado en ambos pies (2×Ra1) y la resistencia de contacto pie-tierra en ambos pies (2×Ra2 = 6×ρ) - **U'pa2:** Considera adicionalmente la resistividad del hormigón de la acera (3×ρ's) para un pie, mientras el otro está sobre terreno natural

TENSIÓN DE PASO ADMISIBLE

Expresión matemática:
Upa = 10 × K / t^n
Donde K y n dependen del tiempo:

Para t < 0,9 segundos:
K = 72
n = 1
Upa = 10 × 72 / t = 720 / t

Para 0,9 s ≤ t < 3 segundos:
K = 78,5
n = 0,18
Upa = 10 × 78,5 / t^0,18 = 785 / t^0,18

Variables: - **Upa** = Tensión de paso aplicada admisible [V] - **K** = Constante que depende del tiempo [V·s^n] - **n** = Exponente que depende del tiempo [-] - **t** = Tiempo de duración de la falta [s]
Origen normativo: apartado 5.3.4.2 de la MT 2.23.35
Unidades: V (voltios)
Justificación: Los valores de K y n se obtienen de curvas de seguridad que relacionan la corriente admisible con el tiempo de exposición.

TENSIÓN DE CONTACTO ADMISIBLE EN LA INSTALACIÓN

Expresión matemática:

Uc = Uca × (1 + (Ra1 + 3×ρ) / (2×Zb))

Variables: - **Uc** = Tensión de contacto admisible en la instalación [V] - **Uca** = Tensión de contacto aplicada admisible [V] (de la Tabla 1 del RLAT) - **Ra1** = Resistencia del calzado (2.000 Ω) - **ρ** = Resistividad del terreno [Ω·m] - **Zb** = Impedancia del cuerpo humano (1.000 Ω)

Origen normativo: Ecuación (1) de la ITC-LAT 07 del RLAT
Unidades: V (voltios)
Nota: Esta fórmula se utiliza para determinar los valores admisibles en la instalación a partir de las tensiones de contacto aplicadas admisibles de la Tabla 1 del RLAT (en función del tiempo de falta).

2.4.4 RESULTADOS PUESTA A TIERRA

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra se realiza de forma individual para cada apoyo según el electrodo elegido de los normalizados por I-DE. Estos electrodos con su designación y sus coeficientes de resistencia y de tensión de paso quedan definidos en el documento M.T. 2.23.35.

Para el calculo se tiene en cuenta acera equipotencial con mallazo puesta a tierra.

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
1. SELECCIÓN DE ELECTRODO		
Tipo de Electrodo Seleccionado	**CPT-LA-30/0.5**	
Medida adicional (apoyo frecuentado)	**Acera equipotencial con mallazo (a)**	
2. CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO (automático)		
Coeficiente Kr (resistencia)	0,118	Ω/(Ω·m)
Coeficiente Kc (tensión contacto)	0,036	V/(Ω·m·A)
Coeficiente Kp1 (tensión paso terr-terr)	0,024	V/(Ω·m·A)
Coeficiente Kp2 (tensión paso acera-terr)	0,068	V/(Ω·m·A)
3. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA		
Resistividad del Terreno (ρ)	300	Ω·m
Resistencia de Puesta a Tierra (Rt)	**35,40**	Ω
4. INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA		
Tensión Simple (Uf)	11547,01	V
Reactancia Equivalente (XLTH)	5,200	Ω
Intensidad de Defecto a Tierra (I'1F)	**355,00**	A
Tiempo de Disparo (t)	1,127	s
Tiempo considerado tF (s) (>=0,1 s)	1,127	s
5. TENSIONES CALCULADAS (SOLO FRECUENTADOS)		
Tensión de Contacto en la Instalación (U'c)	**3833,95**	V
Tensión Paso Terreno-Terreno (U'p1)	**2555,97**	V
Tensión Paso Acera-Terreno (U'p2)	**7241,91**	V

6. TENSIONES APLICADAS (SOLO FRECUENTADOS)

Constantes (Zb, Ra1, ρs, ρ's)	1000 / 2000 / 300 / 3000	Ω
Tensión Contacto Aplicada (U'ca)	**0,00**	V
Tensión Paso Aplicada Terreno (U'pa1)	**375,88**	V
Tensión Paso Aplicada Acera (U'pa2)	**486,03**	V

7. TENSIÓN DE PASO ADMISIBLE (Upa)

Tensión Paso Admisible Máxima (Upa)	**768,31**	V
Tensión contacto aplicada admisible (Uca_adm)	**104,84**	V

8. VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO NORMATIVO

Resistencia Máxima Admisible (Rt_max)	50	Ω
✓ 1. Rt ≤ Rt_máxima	**CUMPLE**	
✓ 2. U'ca ≤ Uca_adm(tF) (solo frecuentados)	**CUMPLE (Uca=0 por acera equip.)**	
✓ 3. U'pa1 ≤ Upa (solo frecuentados)	**CUMPLE**	
✓ 4. U'pa2 ≤ Upa (solo frecuentados)	**CUMPLE**	

RESULTADO FINAL	**✓ ELECTRODO VÁLIDO (CON MEDIDA ADICIONAL)**

2.5 PROTECCIÓN AVIFAUNA.

Con objeto de dar cumplimiento al RD 1432/2008 y a la normativa autonómica aplicable (Decreto 40/1998, Madrid), se adoptan las siguientes soluciones en el nuevo apoyo con conductor LA-110:

• Anti-electrocución: uso de cadenas de suspensión (no rígidos), instalación de fundas/capuchones poliméricos en bornes, grapas, terminales y jumpers (longitud cubierta ≥ 1 m por lado en amarre), disuasores de posada (púa UV) en cruceta RC2-S y cabecera, y pararrayos MOV por fase con cubiertas en el terminal vivo y derivación a tierra.

• Aparamenta: seccionadores unipolares SELA U24 en plano de cuchillas vertical, con capuchones en bornes/cuchillas y fundas en puentes de conexión.

• Distancias objetivo (verificación en plano constructivo del apoyo): posada–conductor ≥ 1,00 m (amarre) / ≥ 0,60 m (suspensión) y fase–fase ≥ 1,50 m.

• Anti-colisión (cuando lo requiera la CCAA por ZEPA/corredores): señalización en conductores LA-110 mediante espirales Ø ≥ 300 mm y L ≈ 1 m, con efecto visual equivalente a 10 m y disposición alterna por fases (máx. 20 m entre señales contiguas en una misma fase).

Con estas medidas el apoyo cumple con los criterios del RD 1432/2008 y la normativa autonómica, reduciendo el riesgo de electrocución y colisión de avifauna.

3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS LÍNEA DE EVACUACIÓN (LE)

3.1 FÓRMULAS GENERALES

FORMULA INTENSIDAD Y CAIDA DE TENSION:

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

$$e = 1.732 \times I[(L \times \cos\varphi / k \times s \times n) + (Xu \times L \times \operatorname{sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

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.

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

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

n = Nº de conductores por fase.

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 20ºC. (Conductores bimetálicos, ρ_{20} = Stotal/Σ(s/ρ), siendo ρ y s la resistividad y sección de los distintos metales que componen el conductor)

Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m

Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m

AlMgSi = 0.03250 ohmiosxmm²/m

Ac (Acero) = 0.192 ohmiosxmm²/m

Ac-Al (Acero recubierto Al) = 0.0848 ohmiosxmm²/m

α = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.003929

Al y demás conductores = 0.004032

T = Temperatura del conductor (ºC).

T_0 = Temperatura ambiente (ºC):

Cables enterrados = 25ºC

Cables al aire = 40ºC

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

XLPE, EPR = 90ºC

HEPR = 90ºC (105ºC, Uo/U<=18/30 kv)

PVC = 70ºC

Conductores Recubiertos = 90ºC

Conductores Desnudos = 85ºC

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

FÓRMULAS CORTOCIRCUITO

*** IpccM = Scc x 1000 / 1.732 x U**

Siendo:

IpccM: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

Scc: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

*** Icccs = Kc x S / (tcc)½**

Siendo:

Icccs: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".

S: Sección de un conductor en mm².

tcc: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

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

3.2 RESULTADOS PARA LA LINEA DE EVACUACIÓN (LE)

Las características generales de la red son:

- Tensión(V): 20.000
- C.d.t. máx.(%): 1
- Cos φ: 0,8
- Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección <= 300 mm². KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección > 300 mm². 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 <= 18/30. KcCu = 135, KcAl = 89
- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

INTENSIDAD Y CAIDA DE TENSION POR TRAMOS:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fci
LE subt.	**CTPMC**	**Apoyo Ae-Sub**	**96**	**Al/0,15**	**En.B.Tu.**	**HEPRZ1 12/20 H16**	**Unip.**	**121,24**	**3x150**	**255/1**

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
CTPMC	**9,189**	**19.990,811**	**0,046***	**121,244 A(4.200 KVA)**
Apoyo Ae-Sub	**1,911**	**19.998,09**	**0,01**	**0 A(0 kVA)**

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

PÉRDIDAS DE POTENCIA ACTIVA EN KW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3RI²(kW)
LE Subt	**CTPMC**	**Apoyo Ae-Sub**	**1,434**	**1,434**

CAIDA DE TENSION TOTAL:

Apoyo Ae-Sub - CTPMC = 0,05 %

CORTOCIRCUITO.

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

- Scc = 433 MVA.
- U = 20 kV.
- tcc = 0,45 s.
- IpccM = 12.499,63 A.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm2)	Icccs (A)
LE Subt	**CTPMC**	**Apoyo Ae-Sub**	**3x150**	**18.879,75**

CORTOCIRCUITO EN PANTALLAS:

<u>Datos generales:</u>

Ipcc en la pantalla = 1.000 A.

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

<u>Resultados:</u>

Sección pantalla = 16 mm².

Icc admisible en pantalla = 3.130 A.

4 CÁLCULOS MECÁNICOS JUSTIFICATIVOS APOYO CON PASO AÉREO-SUBTERRÁNEO

4.1 RESUMEN DE FORMULAS

Para realizar el cálculo mecánico nuevo apoyo privado aereo subterraneo a instalar se ha considerado el apoyo a intercalar en la línea existente (aunque esta no está incluido dentro del alcance de este proyecto) para obtener las tensiones y flechas de tendido del vano flojo afectado y así obtener los esfuerzos a soportar por el nuevo apoyo privado a instalar y de esta forma poder calcular y dimensionar correctamente el mismo.

4.1.1 TENSION MAXIMA EN UN VANO

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

$T_A = P_0 \cdot Y_A = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_A/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m - a/2) / c]$

$T_B = P_0 \cdot Y_B = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_B/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m + a/2) / c]$

$P_v = K \cdot d / 1000$ — $K=60\cdot(v/120)^2$ daN/m² si $d \leq 16$ mm y $v \geq 120$ Km/h

$K=50\cdot(v/120)^2$ daN/m² si $d > 16$ mm y $v \geq 120$ Km/h

$P_{vh} = K \cdot D / 1000$ — $K=60\cdot(v/120)^2$ daN/m² si $d \leq 16$ mm y $v \geq 60$ Km/h

$K=50\cdot(v/120)^2$ daN/m² si $d > 16$ mm y $v \geq 60$ Km/h

$P_h = K \cdot \sqrt{d}$ — K=0.18 Zona B

K=0.36 Zona C

$P_0 = \sqrt{(P_p^2 + P_v^2)}$ — Zona A, B y C. Hipótesis de viento.

$P_0 = P_p + P_h$ — Zonas B y C. Hipótesis de hielo.

$P_0 = \sqrt{[(P_p + P_h)^2 + P_{vh}^2]}$ — Zonas B y C. Hipótesis de hielo + viento.

Cuando sea requerida por la empresa eléctrica.

$c = T_{0h} / P_0$

$X_m = c \cdot \ln [z + \sqrt{(1+z^2)}]$

$z = h / (2 \cdot c \cdot \text{senh } a/2c)$

Siendo:

v = Velocidad del viento (Km/h).

T_A = Tensión total del conductor en el punto de fijación al primer apoyo del vano (daN).

T_B = Tensión total del conductor en el punto de fijación al segundo apoyo del vano (daN).

P_0 = Peso total del conductor en las condiciones más desfavorables (daN/m).

P_p = Peso propio del conductor (daN/m).

P_v = Sobrecarga de viento (daN/m).

P_{vh} = Sobrecarga de viento incluido el manguito de hielo (daN/m).

P_h = Sobrecarga de hielo (daN/m).

d = diámetro del conductor (mm).

D = diámetro del conductor incluido el espesor del manguito de hielo (mm).

$Y = c \cdot \cosh (x/c)$ = Ecuación de la catenaria.

c = constante de la catenaria.

Y_A = Ordenada correspondiente al primer apoyo del vano (m).

Y_B = Ordenada correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_A = Abcisa correspondiente al primer apoyo del vano (m).

X_B = Abcisa correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_m= Abcisa correspondiente al punto medio del vano (m).

a = Proyección horizontal del vano (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN). Es constante en todo el vano.

4.1.2 VANO DE REGULACION.

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos con cadenas de amarre, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$a_r = \sqrt{(\Sigma a^3 / \Sigma a)}$

4.1.3 TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES.

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal (T_{0h}), se puede obtener una tensión horizontal final (T_h) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha (F) en esas condiciones finales, para cada vano real de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas, se obtiene mediante la Ecuación del Cambio de Condiciones:

$$[\delta \cdot L_0 \cdot (t - t_0)] + [L_0/(S \cdot E) \cdot (T_h - T_{0h})] = L - L_0$$

$$L_0 = c_0 \cdot \text{senh}[(X_{m0}+a/2) / c_0] - c_0 \cdot \text{senh}[(X_{m0}-a/2) / c_0]$$

$$c_0 = T_{0h}/P_0 \; ; \; X_{m0} = c_0 \cdot \ln[z_0 + \sqrt{(1+z_0^2)}]$$

$$z_0 = h / (2 \cdot c_0 \cdot \text{senh } a/2c_0)$$

$$L = c \cdot \text{senh}[(X_m+a/2) / c] - c \cdot \text{senh}[(X_m-a/2) / c]$$

$$c = T_h/P \; ; \; X_m = c \cdot \ln[z + \sqrt{(1+z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \text{senh } a/2c)$$

Siendo:

δ = Coeficiente de dilatación lineal.

L_0 = Longitud del arco de catenaria en las condiciones iniciales para el vano de regulación (m).

L = Longitud del arco de catenaria en las condiciones finales para el vano de regulación (m).

t_0 = Temperatura en las condiciones iniciales (ºC).

t = Temperatura en las condiciones finales (ºC).

S = Sección del conductor (mm²).

E = Módulo de elasticidad (daN/mm²).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN).

T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN).

a = a_r (vano de regulación, m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos, en tramos de un solo vano (m).

h = 0, para tramos compuestos por más de un vano.

Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano real de la línea:

$$F = Y_B - [h/a \cdot (X_B - X_{fm})] - Y_{fm}$$

$$X_{fm} = c \cdot \ln[h/a + \sqrt{(1+(h/a)^2)}]$$

$$Y_{fm} = c \cdot \cosh (X_{fm}/c)$$

Siendo:

Y_B = Ordenada de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

X_B = Abcisa de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

Y_{fm} = Ordenada del punto donde se produce la flecha máxima (m).

X_{fm} = Abcisa del punto donde se produce la flecha máxima (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

a = proyección horizontal del vano (m).

4.1.3.1 Tensión máxima.

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.
- Tracción máxima viento.
t = - 5 ºC.
Sobrecarga: viento (P_v).

b) Zona B.
- Tracción máxima viento.
t = -10 ºC.
Sobrecarga: viento (P_v).
- Tracción máxima hielo.
t = -15 ºC.
Sobrecarga: hielo (P_h).
- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).
t = -15 ºC.
Sobrecarga: viento (P_{vh}).
Sobrecarga: hielo (P_h).

c) Zona C.
- Tracción máxima viento.
t = -15 ºC.
Sobrecarga: viento (P_v).
- Tracción máxima hielo.
t = -20 ºC.
Sobrecarga: hielo (P_h).
- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

t = -20 ºC.
Sobrecarga: viento (P_{vh}).
Sobrecarga: hielo (P_h).

4.1.3.2 Flecha máxima.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Hipótesis de viento.
t = +15 ºC.
Sobrecarga: Viento (P_v).

b) Hipótesis de temperatura.
t = + 50 ºC.
Sobrecarga: ninguna.

c) Hipótesis de hielo.
t = 0 ºC.
Sobrecarga: hielo (P_h).

Zona A: Se consideran las hipótesis a) y b).
Zonas B y C: Se consideran las hipótesis a), b) y c).

4.1.3.3 Flecha mínima.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.
t = -5 ºC.
Sobrecarga: ninguna.

b) Zona B.
t = -15 ºC.
Sobrecarga: ninguna.

c) Zona C.
t = -20 ºC.
Sobrecarga: ninguna.

4.1.3.4 Desviación cadena aisladores.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

t = -5 ºC en zona A, -10 ºC en zona B y -15 ºC en zona C.
Sobrecarga: mitad de Viento ($P_V/2$).

4.1.3.5 Hipótesis de viento. cálculo de apoyos.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

t = -5 ºC en zona A, -10 ºC en zona B y -15 ºC en zona C.
Sobrecarga: Viento (P_V).

4.1.3.6 Tendido de la línea.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.
t = -20 ºC (Sólo zona C).
t = -15 ºC (Sólo zonas B y C).
t = -10 ºC (Sólo zonas B y C).
t = -5 ºC.
t = 0 ºC.
t = + 5 ºC.
t = + 10 ºC.
t = + 15 ºC.
t = + 20 ºC.
t = + 25 ºC.

t = + 30 ºC.
t = + 35 ºC.
t = + 40 ºC.
t = + 45 ºC.
t = + 50 ºC.
Sobrecarga: ninguna.

4.1.4 LIMITE DINAMICO "EDS".

$EDS = (T_h / Q_r) \cdot 100 < 15$

Siendo:

EDS = Every Day Estress, esfuerzo al cual están sometidos los conductores de una línea la mayor parte del tiempo, correspondiente a la temperatura media o a sus proximidades, en ausencia de sobrecarga.
T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN). Zonas A, B y C, tª = 15 ºC. Sobrecarga: ninguna.
Q_r = Carga de rotura del conductor (daN).

4.1.5 HIPOTESIS CALCULO DE APOYOS.

<u>Apoyos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m).</u>

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) L = Dtv	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Lt = Rotv
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2)		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2)	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
		V = Pcv + Pca·nc		V = Pcv + Pca·nc	V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) L = Dtv	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Lt = Rotv
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavrT
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavrL ; Lt = Rotv
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavrT
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavL		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavrL ; Lt = Rotv
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) L = Dtv	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Lt = Rotv
Anclaje Angulo y Estrellam.	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavrT
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavL		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavrL ; Lt = Rotv
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc			Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) L = Dtv			Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) Lt = Rotv

V = Esfuerzo vertical T = Esfuerzo transversal L = Esfuerzo longitudinal Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -5 ºC.
En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) : - Tensión nominal de la línea hasta 66 kV. - La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN. - Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo. - El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales. - Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) L = Dth	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Lt = Roth
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) L = Dth	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Lt = Roth
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahT	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahrT
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahrL ; Lt = Roth
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahT	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahrT
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavL	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahL	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahrL ; Lt = Roth

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) L = Dth	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Lt = Roth
Anclaje Angulo y Estrellam.	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahT	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahrT
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavL	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahL	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahrL ; Lt = Roth
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) L = Dtv	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) L = Dth		Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) Lt = Roth

V = Esfuerzo vertical T = Esfuerzo transversal L = Esfuerzo longitudinal Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará:
Hipótesis 1ª : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -10 ºC en zona B y -15 ºC en zona C.
Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 ºC en zona B y -20 ºC en zona C.

En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :
- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

4.1.5.1 Cargas permanentes.

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso de los distintos elementos: conductores con sobrecarga (según hipótesis), aisladores, herrajes.

En todas las hipótesis en zona A y en la hipótesis de viento en zonas B y C, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pcv" será:

Pcv = Lv · Ppv · cos α · n (daN)
Pcvr = Lv · Ppv · cos α · nr (daN)

Siendo:
Lv = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) o -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (m).
Ppv = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento (daN/m).
Pcvr = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de viento para la 4ª hipótesis (daN).
α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.
n = número total de conductores.
nr = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las hipótesis en zonas B y C, excepto en la hipótesis 1ª de Viento, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pch" será:

Pch = Lh · Pph · n (daN)
Pchr = Lh · Pph · nr (daN)

Siendo:
Lh = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -15 ºC (zona B) o -20 ºC (zona C) con sobrecarga de hielo (m).
Pph = Peso propio del conductor con sobrecarga de hielo (daN/m).
Pphr = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de hielo para la 4ª hipótesis (daN).
n = número total de conductores.
nr = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las zonas y en todas las hipótesis habrá que considerar el peso de los herrajes y la cadena de aisladores "Pca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

4.1.5.2 Esfuerzos del viento.

- El esfuerzo del viento sobre los conductores "Fvc" en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene de la siguiente forma:

<u>Apoyos alineación</u>

$Fvc = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2)/2 \cdot k$ (daN)

<u>Apoyos fin de línea</u>

$Fvc = a/2 \cdot d \cdot n \cdot k$ (daN)

<u>Apoyos de ángulo y estrellamiento</u>

$Fvc = \Sigma\, a_p /2 \cdot d_p \cdot n_p \cdot k$ (daN)

Siendo:
a_1 = Proyección horizontal del conductor que hay a la izquierda del apoyo (m).
a_2 = Proyección horizontal del conductor que hay a la derecha del apoyo (m).
a = Proyección horizontal del conductor (m).
a_p = Proyección horizontal del conductor en la dirección perpendicular a la bisectriz del ángulo (apoyos de ángulo) y en la dirección perpendicular a la resultante (apoyos de estrellamiento) (m).
d, d_1, d_2, d_p = Diámetro del conductor(m).
n, n_1, n_2, n_p = nº de haces de conductores.
v = Velocidad del viento (Km/h).
$K = 60 \cdot (v/120)^2$ daN/m² si d ≤16 mm y v ≥ 120 Km/h
$K = 50 \cdot (v/120)^2$ daN/m² si d >16 mm y v ≥ 120 Km/h

- En la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C habrá que considerar el esfuerzo del viento sobre los herrajes y la cadena de aisladores "Eca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

4.1.5.3 Desequilibrio de tracciones.

- En la hipótesis 1ª (sólo apoyos fin de línea) en zonas A, B y C y en la hipótesis 3ª en zona A (apoyos alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje), el desequilibrio de tracciones "Dtv" se obtiene:

<u>Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.</u>

$Dtv = 8/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

$Dtv = Abs((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2))$ (daN)

<u>Apoyos de alineación con cadenas de amarre.</u>

$Dtv = 15/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

$Dtv = Abs((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2))$ (daN)

<u>Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.</u>

$Dtv = 8/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

<u>Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.</u>

$Dtv = 15/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

<u>Apoyos de anclaje de alineación.</u>

$Dtv = 50/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

$Dtv = Abs((T_{h1} \cdot n_1) – (T_{h2} \cdot n_2))$ (daN)

<u>Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.</u>

$Dtv = 50/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

<u>Apoyos fin de línea</u>

$Dtv = 100/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

Siendo:

n, n_1, n_2 = número total de conductores.

T_h, T_{h1}, T_{h2} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) y -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- En la hipótesis 2ª (fin de línea) y 3ª (alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje) en zonas B y C, el desequilibrio de tracciones "Dth" se obtiene:

<u>Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.</u>

$Dth = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)

$Dth = Abs((T_{0h1} \cdot n_1) – (T_{0h2} \cdot n_2))$ (daN)

<u>Apoyos de alineación con cadenas de amarre.</u>

$Dth = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)

$Dth = Abs((T_{0h1} \cdot n_1) – (T_{0h2} \cdot n_2))$ (daN)

<u>Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.</u>

$Dth = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)
Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$Dth = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)
Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje en alineación.

$Dth = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)
$Dth = Abs((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2))$ (daN)

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$Dth = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)
Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

$Dth = 100/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)

Siendo:
n, n_1, n_2 = número total de conductores.
T_{0h}, T_{0h1}, T_{0h2} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones -15 ºC (Zona B) y -20 ºC (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

4.1.5.4 Rotura de conductores.

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Rotv" en zona A, aplicado en el punto donde produzca la solicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable.

Rotv = T_{0h} (daN)

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable.

Rotv = T_{0h} (daN)

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

Rotv = T_{0h} (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)
Rotv = $T_{0h} \cdot ncf \cdot 0,5$ (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)

Fin de línea

Rotv = $T_{0h} \cdot ncf$ (daN)
Rotv = $2 \cdot T_{0h} \cdot ncf$ (montaje tresbolillo y bandera) (daN)

Siendo:
ncf = número de conductores por fase.
T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) y -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Roth" en zonas B y C, aplicado en el punto donde

produzca la solicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable.

Roth = T_{0h} (daN)

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable.

Roth = T_{0h} (daN)

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

Roth = T_{0h} (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)
Roth = $T_{0h} \cdot ncf \cdot 0,5$ (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)

Fin de línea

Roth = $T_{0h} \cdot ncf$ (daN)
Roth = $2 \cdot T_{0h} \cdot ncf$ (montaje tresbolillo y bandera) (daN)

Siendo:
ncf = número de conductores por fase.
T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -15 ºC (Zona B) y -20 ºC (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

4.1.5.5 Resultante de ángulo.

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rav = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos[180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavL" y otro en dirección transversal a la línea "RavT".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) y -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 2ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rah = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos[180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahL" y otro en dirección transversal a la línea "RahT".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 ºC (zona B) y -20 ºC (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$Ravd = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - Dtv)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - Dtv) \cdot \cos[180 - \alpha])}$ (daN)

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavdL" y otro en dirección transversal a la línea "RavdT".

Siendo:

n_1 = Número de conductores.

T_{h1} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) y -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

Dtv = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de viento.

α = Angulo que forman T_{h1} y (T_{h1} - Dtv) (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$Rahd = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - Dth)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - Dth) \cdot \cos[180 - \alpha])}$ (daN)

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahdL" y otro en dirección transversal a la línea "RahdT".

Siendo:

n_1 = Número de conductores.

T_{h1} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 ºC (zona B) y -20 ºC (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

Dth = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de hielo.

α = Angulo que forman T_{h1} y (T_{h1} - Dth) (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$Ravr = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos[180 - \alpha])}$ (daN)

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavrL" y otro en dirección transversal a la línea "RavrT".

Siendo:
n_1, n_2 = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.
T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) y -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (daN).
α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rahr = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos[180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahrL" y otro en dirección transversal a la línea "RahrT".

Siendo:
n_1, n_2 = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.
T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 ºC (zona B) y -20 ºC (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).
α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

*Nota: En los apoyos de estrellamiento las operaciones anteriores se han realizado tomando las tensiones dos a dos para conseguir la resultante total.

4.1.5.6 Esfuerzos descentrados.

En los apoyos fin de línea, cuando tienen el montaje al tresbolillo o bandera, aparecen por la disposición de la cruceta esfuerzos descentrados en condiciones normales, cuyo valor será:

$Esdt = T_{0h} \cdot ncf$ (daN) (tresbolillo)
$Esdb = 3 \cdot T_{0h} \cdot ncf$ (daN) (bandera)

Siendo:
ncf = número de conductores por fase.

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima.

4.1.5.7 Esfuerzos equivalentes.

Los esfuerzos horizontales de los apoyos vienen especificados en un punto de ensayo, situado en la cogolla (excepto en los apoyos de hormigón y de chapa metálica que están 0,25 m por debajo de la cogolla).

Si los esfuerzos están aplicados en otro punto se aplicará un coeficiente reductor o de mayoración.

- Coeficiente reductor del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a mayor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

<u>Apoyos de celosía y presilla</u>

$K = 4{,}6 / (H_S + 4{,}6)$

<u>Apoyos de hormigón</u>

$K = 5{,}4 / (H_S + 5{,}25)$

<u>Apoyos de chapa metálica</u>

$K = 4{,}6 / (H_S + 4{,}85)$

- Coeficiente de mayoración del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a menor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

$K = H_{En} / H_F$

Por tanto los esfuerzos horizontales aplicados en el punto de ensayo serán:

T = Tc / K
L = Lc / K

<u>El esfuerzo horizontal equivalente soportado por el apoyo será</u>:

- Existe solamente esfuerzo transversal.

F = T

- Existe solamente esfuerzo longitudinal.

F = L

- Existe esfuerzo transversal y longitudinal simultáneamente.

En apoyos de celosía, presilla, hormigón vibrado hueco y chapa circular.

F = T + L

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular con viento sobre la cara secundaria.

F = RU · T + L

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular sin viento o con viento sobre la cara principal.

F = T + RN · L

<u>El esfuerzo de torsión aplicado en el punto de ensayo será</u>:

Lt = Ltc · Dc / Dn

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular el apoyo se orienta con su esfuerzo nominal principal en dirección del esfuerzo mayor (T o L).

Siendo:

H_{En} = Distancia desde el punto de ensayo de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

H_S = Distancia por encima de la cogolla, donde se aplican los esfuerzos horizontales (m).

H_F = Distancia desde punto de aplicación de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

Dn = Distancia del punto de ensayo del esfuerzo de torsión al eje del apoyo (m).

Dc = Distancia del punto de aplicación de los conductores al eje del apoyo (m).

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m).

Eva = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN).

EvaRed = Esfuerzo del viento sobre el apoyo reducido al punto de ensayo (daN).

$$EvaRed = Eva \cdot H_v / H_{En}$$

RU = Esfuerzo nominal principal / (Esfuerzo nominal secundario – EvaRed).

RN = Esfuerzo nominal principal / Esfuerzo nominal secundario.

Tc = Esfuerzo transversal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

Lc = Esfuerzo longitudinal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

Ltc = Esfuerzo de torsión en el punto de aplicación de los conductores (daN).

F = Esfuerzo horizontal equivalente (daN).

T = Esfuerzo transversal en el punto de ensayo (daN).

L = Esfuerzo longitudinal en el punto de ensayo (daN).

Lt = Esfuerzo de torsión en el punto de ensayo (daN).

4.1.5.8 Apoyo adoptado.

El apoyo adoptado deberá soportar la combinación de esfuerzos considerados en cada hipótesis (V,F,Lt).

A estos esfuerzos se le aplicará un coeficiente de seguridad si el apoyo es reforzado.

- <u>Hipótesis sin esfuerzo de torsión</u>.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$E_n \geq F$

En apoyos de hormigón el esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$V_n \geq V$

En apoyos que no sean de hormigón se aplicará la ecuación resistente:

$(3 \cdot V_n) \geq V$

$(5 \cdot E_n + V_n) \geq (5 \cdot F + V)$

- Hipótesis con esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$E_{nt} \geq F$

El esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$V_{nt} \geq V$

El esfuerzo de torsión debe cumplir la ecuación:

$E_T \geq Lt$

Siendo:

V = Cargas verticales.

F = Esfuerzo horizontal equivalente.

Lt = Esfuerzo de torsión.

E_n = Esfuerzo nominal sin torsión del APOYO

E_{nt} = Esfuerzo nominal con torsión del APOYO

V_n = Esfuerzo vertical sin torsión del APOYO

V_{nt} = Esfuerzo vertical con torsión del APOYO

E_T = Esfuerzo de torsión del APOYO

4.1.6 CIMENTACIONES.

Las cimentaciones se podrán realizar mediante zapatas monobloque o zapatas aisladas. En

ambos casos se producirán dos momentos, uno debido al esfuerzo en punta y otro debido al viento sobre el APOYO

Estarán situados los dos momentos, horizontalmente en el centro del apoyo y verticalmente a ras de tierra.

Momento debido al esfuerzo en punta

El momento debido al esfuerzo en punta "Mep" se obtiene:

$Mep = Ep \cdot H_L$

Siendo:
Ep = Esfuerzo en punta (daN).
H_L = Altura libre del apoyo (m).

Momento debido al viento sobre el apoyo

El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo "Mev" se obtiene:

$Mev = Eva \cdot H_v$

Siendo:
Eva = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN). Según apdo. 3.1.2.3 se obtiene:

$Eva = 170 \cdot (v/120)^2 \cdot \eta \cdot S$ (apoyos de celosía).

$Eva = 100 \cdot (v/120)^2 \cdot S$ (apoyos con superficies planas).

$Eva = 70 \cdot (v/120)^2 \cdot S$ (apoyos con superficies cilíndricas).

v = Velocidad del viento (Km/h).

S = Superficie definida por la silueta del apoyo (m^2).

η = Coeficiente de opacidad. Relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta.

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

$H_v = H/3 \cdot (d_1 + 2 \cdot d_2) / (d_1 + d_2)$ (m)

H = Altura total del apoyo (m).

d_1 = anchura del apoyo en el empotramiento (m).
d_2 = anchura del apoyo en la cogolla (m).

4.1.6.1 Zapatas monobloque.

Las zapatas monobloque están compuestas por macizos de hormigón de un solo bloque.

Momento de fallo al vuelco

Para que un apoyo permanezca en su posición de equilibrio, el momento creado por las fuerzas exteriores a él ha de ser absorbido por la cimentación, debiendo cumplirse por tanto:

$Mf \geq 1{,}65 \cdot (Mep + Mev)$

Siendo:
Mf = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (daN · m).
Mep = Momento producido por el esfuerzo en punta (daN · m).
Mev = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN · m).

Momento absorbido por la cimentación

El momento absorbido por la cimentación "Mf" se calcula por la fórmula de Sulzberger:

$Mf = [139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4] + [a^3 \cdot (h + 0{,}20) \cdot 2420 \cdot (0{,}5 - 2/3 \cdot \sqrt{(1{,}1 \cdot h/a \cdot 1/10 \cdot C_2)})]$

Siendo:
C_2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (daN/cm³).
a = Anchura del cimiento (m).
h = Profundidad del cimiento (m).

4.1.6.2 Zapatas aisladas.

Las zapatas aisladas están compuestas por un macizo de hormigón para cada pata del APOYO

Fuerza de rozamiento de las tierras

Cuando la zapata intenta levantar un volumen de tierra, este opone una resistencia cuyo valor será:

$Frt = \delta_t \cdot \Sigma\ (\gamma^2 \cdot L) \cdot tg\ [\phi/2]$

Siendo:
δ_t = Densidad de las tierras de que se trata (1600 daN/ m^3).
γ = Longitudes parciales del macizo, en m.
L = Perímetro de la superficie de contacto, en m.
ϕ = Angulo de las tierras (generalmente = 45º).

Peso de la tierra levantada

El peso de la tierra levantada será:

$P_t = V_t \cdot \delta_t$, en daN.

Siendo:
$V_t = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$; volumen de tierra levantada, que corresponde a un tronco de pirámide, en m^3 .
δ_t = Densidad de la tierra, en daN/ m^3 .
h = Altura del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m.
S_s = Superfice superior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m^2 .
S_i = Superfice inferior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m^2 .

Al volumen de tierra " V_t ", habrá que quitarle el volumen del macizo de hormigón que hay enterrado.

Peso del macizo de hormigón

El peso del macizo de hormigón de la zapata será:

$P_h = V_h \cdot \delta_h$, en daN.

Siendo:

δ_h = Densidad del macizo de hormigón, en daN/ m^3 .

$V_h = \Sigma\ V_{hi}$; los volumenes " V_{hi} " pueden ser cubos, pirámides o troncos de pirámide, en m^3 .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$; volumen del tronco de pirámide, en m^3 .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot S$; volumen de la pirámide, en m^3 .

$V_i = h \cdot S$; volumen del cubo, en m^3 .

h = Altura del cubo, pirámide o tronco de pirámide, en m.

S_s = Superfice superior del tronco de pirámide, en m^2 .

S_i = Superfice inferior del tronco de pirámide, en m^2 .

S = Superfice de la base del cubo o pirámide, en m^2 .

Esfuerzo vertical debido al esfuerzo en punta

El esfuerzo vertical que tiene que soportar la zapata debido al esfuerzo en punta "Fep" se obtiene:

Fep = 0,5 · (Mep + Mev · f) / Base , en daN.

Siendo:

Mep = Momento producido por el esfuerzo en punta, en daN · m.

Mev = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo, en daN · m.

f = Factor que vale 1 si el coeficiente de seguridad del apoyo es normal y 1,25 si el coeficiente de seguridad es reforzado.

Base = Base del apoyo, en m.

Esfuerzo vertical debido a los pesos

Sobre la zapata actuarán esfuerzos verticales debidos a los pesos, el valor será:

$F_V = T_V /4 + P_a /4 + P_t + P_h$, en daN.

Siendo:
T_V = Esfuerzos verticales del cálculo de los apoyos, en daN.
P_a = Peso del apoyo, en daN.
P_t = Peso de la tierra levantada, en daN.
P_h = Peso del hormigón de la zapata, en daN.

Esfuerzo total sobre la zapata

El esfuerzo total que actúa sobre la zapata será:

$F_T = Fep + F_V$, en daN.

Siendo:
Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.
F_V = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

Comprobación de las zapatas

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a levantar el macizo de hormigón, habrá que comprobar el coeficiente de seguridad ”Cs“, cuyo valor será:

$Cs = (F_V + Frt) / Fep > 1,5$.

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a hundir el macizo de hormigón, habrá

que comprobar que el terreno tiene la debida resistencia ”Rt“, cuyo valor será:

$Rt = F_T / S$, en daN/cm^2 .

Siendo:
F_V = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.
Frt = Esfuerzo de rozamiento de las tierras, en daN.
Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.
F_T = Esfuerzo total sobre la zapata, en daN.
S = Superficie de la base del macizo, en cm^2 .

4.1.7 CADENA DE AISLADORES.

4.1.7.1 Cálculo eléctrico

El grado de aislamiento respecto a la tensión de la línea se obtiene colocando un número de aisladores suficiente "NAis", cuyo número se obtiene:

NAis = Nia · Ume / Llf

Siendo:
NAis = número de aisladores de la cadena.
Nia = Nivel de aislamiento recomendado según las zonas por donde atraviesa la línea (cm/kV).
Ume = Tensión más elevada de la línea (kV).
Llf = Longitud de la línea de fuga del aislador elegido (cm).

4.1.7.2 Cálculo mecánico

Mecánicamente, el coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores "Csm" ha de ser mayor de 3.
El aislador debe soportar las cargas normales que actúan sobre él.

Csmv = Qa / (Pv+Pca) > 3

Siendo:
Csmv = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas normales.
Qa = Carga de rotura del aislador (daN).
Pv = El esfuerzo vertical transmitido por los conductores al aislador (daN).
Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).
El aislador debe soportar las cargas anormales que actúan sobre él.

Csmh = Qa / (Toh·ncf) > 3

Siendo:
Csmh = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas anormales.
Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Toh = Tensión horizontal máxima en las condiciones más desfavorables (daN).
ncf = número de conductores por fase.

4.1.7.3 Longitud de la cadena

La longitud de la cadena Lca será:

Lca = NAis · LAis (m)

Siendo:
Lca = Longitud de la cadena (m).
NAis = número de aisladores de la cadena.
LAis = Longitud de un aislador (m).

4.1.7.4 Peso de la cadena

El peso de la cadena Pca será:

Pca = NAis · PAis (daN)

Siendo:
Pca = Peso de la cadena (daN).
NAis = número de aisladores de la cadena.
PAis = Peso de un aislador (daN).

4.1.7.5 Esfuerzo del viento sobre la cadena

El esfuerzo del viento sobre la cadena Eca será:

Eca = k · (DAis / 1000) · Lca (daN)

Siendo:
Eca = Esfuerzo del viento sobre la cadena (daN).
k = 70 · $(v/120)^2$. Según apdo 3.1.2.2.
v = Velocidad del viento (Km/h).
DAis = Diámetro máximo de un aislador (mm).
Lca = Longitud de la cadena (m).

4.1.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

4.1.8.1 Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de:

D = Dadd + Del = 5,3 + Del (m), mínimo 6 m.

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional (m).
Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

Para el caso de este Proyecto los resultados se encuentran detallados en el punto 3.2 de este anexo siendo la distancia la siguiente:
dst_{des} = Dadd + Del = 5,3 + 0,16 = 5,46 m

4.1.8.2 Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí "D" debe ser como mínimo:

$D = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$ (m).

Siendo:
k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.
L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.
F = Flecha máxima (m).
k' = 0,75.
Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

Para el caso de este Proyecto los resultados se encuentran detallados en el punto 3.2 de este anexo siendo la distancia la siguiente:
<u>NUEVO APOYO</u>
$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(0,61 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 0,62$ m

4.1.8.3 Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo "ds" será de:

ds = Del (m), mínimo de 0,2 m.

Siendo:
Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

Para el caso de este Proyecto los resultados se encuentran detallados en el punto 3.2 de este anexo siendo la distancia la siguiente:
dsa = Del = 0,22 m.; mínimo 0,2 m.
dsa = 0,22 m.

4.1.8.4 Cruzamientos y paralelismos

En la ubicación del apoyo no existe ningún paralelismo ni cruzamiento con ningún otro tipo de infraestructura que regula el capítulo 5 de la ITC-LAT 07.

4.1.9 ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en apoyos de alineación y de ángulo sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena "γ" no podrá ser superior al ángulo "μ" máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al APOYO

$tg\ \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-XºC+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de alineación.

$tg\ \gamma = (Pv \cdot \cos[(180-\alpha)/2] + Rav + Eca/2) / (P_{-XºC+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de ángulo.

Siendo:
$tg\ \gamma$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción

del viento.
Pv = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).
Eca = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).
$P_{-XºC+V/2}$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una Tª X (-5 ºC en zona A, -10 ºC en zona B, -15 ºC en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).
Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).
α = Angulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).
Rav = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 ºC en zona A, -10 ºC en zona B y -15 ºC en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).
Si el valor del ángulo de desviación de la cadena "γ" es mayor del ángulo máximo permitido "μ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$$G = Etv / tg\ \mu - Pt$$

4.1.10 DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO.

$$d_H = z \cdot sen\alpha$$

Siendo:
d_H = Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).
z = Distancia entre el punto de la catenaria y la recta de unión de los puntos de sujeción (m).
α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

4.2 RESULTADOS CÁLCULO MECÁNICO DE APOYO CON PASO AÉREO-SUBTERRÁNEO

Para realizar el cálculo mecánico nuevo apoyo privado aereo subterraneo a instalar se ha considerado el apoyo a intercalar en la línea existente (aunque esta no está incluido dentro del alcance de este proyecto) para obtener las tensiones y flechas de tendido del vano flojo afectado y así obtener los esfuerzos a soportar por el nuevo apoyo privado a instalar y de esta forma poder calcular y dimensionar correctamente el mismo.

DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.

Tensión de la línea: 20 kV.
Tensión más elevada de la línea: 24 kV.
Velocidad del viento: 120 km/h.
Zonas: B.

CONDUCTOR.

Denominación: LA-110 (94-AL1/22-ST1A).
Sección: 116.2 mm^2.
Diámetro: 14 mm.
Carga de Rotura: 4310 daN.
Módulo de elasticidad: 8000 daN/mm^2 .
Coeficiente de dilatación lineal: $17.8 \cdot 10^{-6}$.
Peso propio: 0.425 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de viento: 0,941 daN/m.
Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0,598 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 1,098 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1,772 daN/m.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

dst_{des} = Dadd + Del = 5,3 + 0,22 = 5,52 m.; mínimo 6m.

dst_{des} = 6 m.

dst_{ais} = 6 m.

dst_{rec} = 6 m.

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$D_{des} = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$

$D_{rec} = 1/3 \cdot k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

apoyo APOYO I-DE

$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(0,05 + 0)} + 0,75 \cdot 0,25 = 0,33$ m

apoyo AP. PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO

$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(0,05 + 0)} + 0,75 \cdot 0,25 = 0,33$ m

Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo dsa será de:

dsa = Del = 0,22 m.; mínimo 0,2 m.

dsa = 0,22 m.

Siendo:

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

TENSIONES Y FLECHAS EN HIPÓTESIS REGLAMENTARIAS.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-15°C+H+V Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	-20°C+H+V Toh(daN)
APOYO I-DE-AP. PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	19,58	-0	19,58		1.352,2	1.436,4				

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima		
					15°C+V		50°C		0°C+H		-5°C	-15°C	-20°C
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	F(m)	F(m)	F(m)
APOYO I-DE-AP. PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	19,58	-0	19,58	946	0,05	371,5	0,05	1.192,3	0,04		0,01	

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculo Apoyos					Desviación Cadenas Aisladores		
					-5°C+V Th(daN)	-10°C+V Th(daN)	-15°C+H Th(daN)	-15°C+V Th(daN)	-20°C+H Th(daN)	-5°C+V/2 Th(daN)	-10°C+V/2 Th(daN)	-15°C+V/2 Th(daN)
APOYO I-DE-AP. PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	19,58	-0	19,58		1.352,2	1.436,4				1.348	

TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-20°C		-15°C		-10°C		-5°C		0°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
APOYO I-DE-AP. PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	19,58	-0	19,58			1.429	0,01	1.346,4	0,02	1.263,8	0,02	1.181,7	0,02

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
APOYO I-DE-AP. PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	19,58	-0	19,58	1.098,6	0,02	1.016,5	0,02	934,5	0,02	852,4	0,02	770,3	0,03

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	
APOYO I-DE-AP. PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	19,58	-0	19,58	688,8	0,03	607,2	0,03	527,3	0,04	448,3	0,05	371,5	0,05	21,68

CALCULO DE APOYOS.

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H			
		gr.sexa.	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
APOYO I-DE	Fin Línea		19,2	29,5	4.056,6		39,1		4.309,2	
AP. PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	Fin Línea		19	29,5	4.056,6		38,7		4.309,2	

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo	Hipótesis 3ª (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Dist.Lt	Dist.Min. Cond.
		gr.sexa.	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	(m)	(m)
APOYO I-DE	Fin Línea						28,2			957,6	1,5	0,33
AP. PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	Fin Línea						28			957,6	1,5	0,33

APOYOS ADOPTADOS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sexa.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.punta c.Tors. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
APOYO I-DE	Fin Línea	Celosia recto	N		14	4.500			800	800	1.400	1,5	1.118
AP. PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	Fin Línea	Celosia recto	N		14	4.500			800	800	1.400	1,5	1.118

CRUCETAS ADOPTADAS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje jabalcón (m)	f D.ref. jabalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
APOYO I-DE	Fin Línea	Celosia recto	Horizontal	1	1							
AP. PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	Fin Línea	Celosia recto	Horizontal	1	1							

CALCULO DE CIMENTACIONES.

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
APOYO I-DE	Fin Línea	4.500	11,55	51.975	368,8	5,31	1.959,8	53.934,8
AP, PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	Fin Línea	4.500	11,55	51.975	368,8	5,31	1.959,8	53.934,8

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen. A(m)	Alto Cimen. H(m)	MONOBLOQUE		ZAPATAS AISLADAS									
				Coefic. Comp. (daN/m³)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)	Volum. Horm. (m³)	Peso Horm. (daN)	Volum. Tierra (m³)	Dens. Tierra (Kg/m³)	Peso Tierra (daN)	Esf.Roz. Tierra (daN)	Esf. Montan. (daN)	Esf. Vert. (daN)	Coef. Seg.	Res.Cálc. Tierra (daN/cm²)
APOYO I-DE	Fin Línea	1,15	2,7	10	89.143,86										
AP, PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	Fin Línea	1,15	2,7	10	89.143,86										

CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aisl. (mm)	Llf (mm)	Long. Aisl. (m)	Peso Aisl. (daN)
APOYO I-DE	Fin Línea	U70YB20P	7.000	60	740	0,38	2,2
AP, PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	Fin Línea	U70YB20P	7.000	60	740	0,38	2,2

Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg. (m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca (daN)	Csmv	Toh · ncf (daN)	Csmh
APOYO I-DE	Fin Línea	3 C.Am.	U.70Y.B20P	1	1,7	0,56		2,2	1,6	13,02	537,5	1.436,39	4,87
AP, PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	Fin Línea	3 C.Am.	U.70Y.B20P	1	1,7	0,56		2,2	1,6	12,89	543,18	1.436,39	4,87

CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. -20°C (daN)	Esf.Vert. -15°C (daN)	Esf.Vert. -5°C (daN)
APOYO I-DE	Fin Línea		19,3	19,3
AP, PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	Fin Línea		18,9	18,9

FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V F(m)	-10°C+V F(m)	-15°C+H F(m)	-15°C+H+V F(m)	-15°C+V F(m)	-20°C+H F(m)	-20°C+H+V F(m)
APOYO I-DE-AP, PRIVADO AEREO-SUBTERRANEO	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	19,58	-0	19,58		0,03	0,04				

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO VI. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 ESTUDIO CAMPOS MAGNÉTICOS 4

1.1 CAMPOS MAGNÉTICOS 4
1.2 CÁLCULOS 5
1.2.1 TRAMO LÍNEA 20KV QUE LLEGAN A LAS CELDAS (ENTRADA Y SALIDA) 7
1.2.2 TRAMO LÍNEAS BAJA TENSIÓN ENTRE TRAFO Y CUADRO DE SALIDAS DE BAJA TENSIÓN 7
1.3 INFORME TÉCNICO DEL FABRICANTE 7

1 ESTUDIO CAMPOS MAGNÉTICOS

Según la ITC-RAT 14 en su apdo 4.7 en el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el interior de edificios de otros usos. La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

El Real Decreto, establece los límites en:

- Inferior a 100 µT para el público en general
- Inferior a 500 µT para los trabajadores (Exposición Laboral)

1.1 CAMPOS MAGNÉTICOS

Los conductores y equipos de los centros de transformación cumplen con lo dispuesto en el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de Mayo, habiéndose realizado las correspondientes comprobaciones que constan en el informe del LMM: “Informe de Medida Nº 3292.Medida de campo magnético en las inmediaciones de un centro de un centro de seccionamiento según MT 2.11.20”.

En este aspecto, se considera que los Centros de transformación, cumplen con los requisitos al tratarse de casos particulares mucho más favorables de las instalaciones especificadas en los proyectos tipo correspondiente (MT 2.11.01).

1.2 CÁLCULOS

En el caso de los centros de transformación como el del proyecto los puntos de generación de los campos magnéticos se encuentran en las líneas (celdas de llegada y salida) ya que a partir de este punto los cables se hallan juntos o muy próximos y como veremos los campos magnéticos se van anulando.

El campo magnético que se crea es el creado por 3 corrientes eléctricas trifásicas desfasadas 120º entre ellas que recorren los conductores entendemos rectilíneos y paralelos.

Para obtener una solución detallada comenzaremos por analizar el problema general del campo magnético creado por dos corrientes eléctricas que recorren sendos conductores rectilíneos y paralelos

En este caso, se calculará las partes de la instalación del Centro de Transformación que consideramos más desfavorables, que serían los tramos de líneas de 20 kV que discurren con una disposición en forma paralela y con una separación entre ellas de 0,2 metros entre las fases de 20 kV en el tramo que conecta con las celdas.

A lo largo del resto de la instalación los circuitos discurren por canalización subterránea con una configuración de cables al tresbolillo y en contacto, lo que reduce considerablemente el campo magnético generado por estos mismos conductores separados entre sí las distancias antes mencionadas.

El valor del campo magnético generado por un circuito trifásico de longitud infinita se reduce considerablemente si se tiene en cuenta la longitud real del circuito, por lo que tendremos en cuenta la longitud del tramo que nos afecta a la hora de calcular el campo magnético generado en el punto elegido.

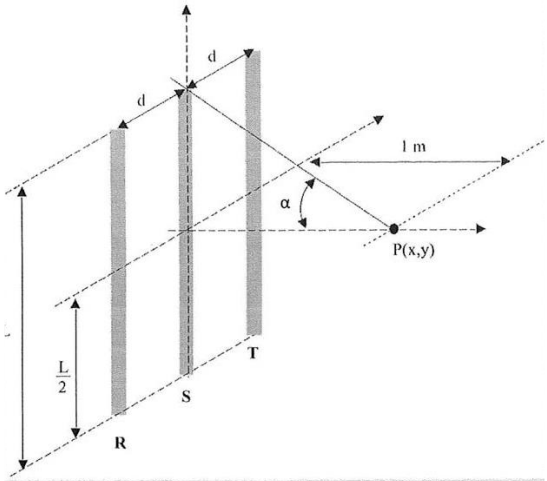


Figura 7. Campo magnético creado por conductores de longitud finita

$$\boldsymbol{\beta(longitud\ infinita) \approx \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{I \cdot \sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2}\ (T)}$$

$$\boldsymbol{\beta(longitud\ L) \approx \beta(longitud\ infinita) \cdot sen\alpha\ (T)}$$

Donde:

Frecuencia = 50 Hz

$\mu_0 = 4\ \pi\ 10^{-7}$

I = Intensidad máxima que discurre por circuito

d = Distancia entre conductores

L = Longitud real del circuito

1.2.1 TRAMO LÍNEA 20KV que llegan a las CELDAS (ENTRADA Y SALIDA)

1.2.1 TRAMO LÍNEAS 15 KV ENTRE CELDAS Y TRAFO

d = 0,2 m

I = S trafo/(V3 x V) = 4200000 VA/(V3 x 20000V) = 121,24 A

1.2.1.1- Para longitud infinita

B= (μ0/2π) x (I·V3·d)/(1+d^2) = 1,25663706143592E-07 (121,243556529821 x V3 x 0,2)/(1+0,2^2) = 7,9716 x 10^{-6} Teslas.

B (long. Infinita) = 7,9716 μTeslas

1.2.1.2- Para longitud finita

B (long. finita) = B (long. Infinita) x senα L (lonf. finita) = 3 m

senα (3m) = (L/2)/ V(($L/2)^2$ + 1^2) = 1,5/1,80277563773199 =0,832050294337844

B (long. 3m) = 7,97160355472602 x 0,832050294337844 =6,63277508405439 **< 100 μTeslas**

1.2.2 TRAMO LÍNEAS BAJA TENSIÓN ENTRE TRAFO Y CUADRO DE SALIDAS DE BAJA TENSIÓN

1.2.2 TRAMO LÍNEAS BAJA TENSIÓN ENTRE TRAFO Y CUADRO DE SALIDAS DE BAJA TENSIÓN

d = 0,15 m

I = S trafo/(V3 x V) = 4200000 VA/(V3 x 800V) = 3031,09 A

1.2.2.1- Para longitud infinita

B= (μ0/2π) x (I·V3·d)/(1+d^2) = 1,25663706143592E-07 (3031,08891324554 x V3 x 0,15)/(1+0,2^2) = 15,2026 x 10^{-5} Teslas.

B (long. Infinita) = 152,0257 μTeslas

1.2.2.2- Para longitud finita

B (long. finita) = B (long. Infinita) x senα L (lonf. finita) = 1,2 m

senα (3m) = (L/2)/ V(($L/2)^2$ + 1^2) = 0,075/1,00280855600658 =0,511332767400783

B (long. 1,2m) = 152,025691263724 x 0,511332767400783 =77,7357174298968 **< 100 μTeslas**

1.3 INFORME TÉCNICO DEL FABRICANTE

Como aportación complementaria al cálculo justificativo se incluye a continuación un informe técnico del fabricante del centro de transformación y sus componentes.

ORMAZABAL

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EN LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
INFORME TÉCNICO

Objeto

El objeto de este informe es presentar los niveles de emisión de campos electromagnéticos en los Centros de Transformación.

Descripción

Los Centros de Transformación prefabricados se rigen por los requisitos establecidos en el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y Centros de Transformación" (RCE, Ministerio de Industria y Energía, Real Decreto 3275/1982) y sus modificaciones y actualizaciones en vigor. El objetivo del Reglamento es el de proteger las personas y la integridad y funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas instalaciones, así como garantizar la continuidad de suministro eléctrico.

En la actualidad el Reglamento no contiene especificaciones relativas a las emisiones de campos electromagnéticos y tampoco existen disposiciones a este respecto en la normativa de obligado cumplimiento asociada al Reglamento.

Sin embargo, y dada la gran repercusión social que está adquiriendo la materia de las emisiones de campos electromagnéticos y sus efectos sobre la salud, ORMAZABAL vigila de forma continua los avances que se producen en este campo del conocimiento para poseer una adecuada visión del estado del arte.

El elemento legislativo más relevante a día de hoy es la Recomendación 1999/519/CE[1] del Consejo de la Unión Europea de 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300 GHz. Esta Recomendación se basa en gran medida en la guía elaborada en 1998 por ICNIRP (Comisión Internacional para la

[1] Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 199 de 30 de julio de 1999, pp 59-70

Protección contra la Radiación No Ionizante), un organismo científico vinculado a la Organización Mundial de la Salud.

Esta recomendación tiene como objetivo proteger la salud de los ciudadanos y se aplica en especial a las zonas pertinentes en las que los ciudadanos pasan un lapso de tiempo significativo. Los niveles fijados en dicha recomendación están encaminados a proporcionar un elevado nivel de protección de la salud contra la exposición a los campos electromagnéticos, tanto en lo que se refiere a los efectos agudos o a corto plazo como a los efectos a largo plazo. Cabe apuntar que la Recomendación 1999/519/CE acepta en una nota incluida en el apartado B del Anexo I que no se considera comprobado que el cáncer sea uno de los efectos de la exposición a largo plazo a los campos electromagnéticos.

Por ser una recomendación no es de obligado cumplimiento pero es probable que los valores adoptados en esta recomendación acaben siendo aceptados para su aplicación en España.

Se han llevado a cabo medidas del campo eléctrico y magnético en un Centro de Transformación ORMAZABAL operativo con el fin de obtener unos valores representativos de las emisiones y compararlas con los niveles de referencia establecidos en la Cuadro 2, Anexo III (Niveles de Referencia) de la Recomendación 1999/519/CE.

El procedimiento de medida utilizado fue conforme con la especificación prenormativa IEC 17C/344/NP. Se localizó el punto más desfavorable (o punto caliente) alrededor de la envolvente de hormigón del Centro de Transformación a través de los puntos de muestreo efectuando medidas de la intensidad de campo eléctrico (*E*) y de la inducción magnética (*B*) en banda ancha (desde 5 Hz a 32 kHz) expresados como porcentaje de los niveles de referencia. Una vez localizado el punto caliente se efectuaron en este punto mediciones de los valores de intensidad de campo eléctrico (*E*) e inducción magnética (*B*) expresados en sus unidades características (*V/m* y *μT*), tanto en banda ancha como con filtro selectivo a 50 Hz.

Los valores de porcentaje con respecto a los Niveles de Referencia para las mediciones de banda ancha se han obtenido conforme al Anexo IV de la Recomendación 1999/519/CE sobre exposición a fuentes con múltiples frecuencias.

Los valores obtenidos fueron los siguientes:

Campo	Niveles de Referencia (NR) para 50 Hz (Recomendación 1999/519/CE)	Resultados para 50 Hz	Resultados en banda ancha (5Hz – 32 kHz)	
			Magnitud	% NR
E (eléctrico)	5000 *V/m*	1,57 *V/m*	< 4,5 *V/m*	11 %
B (magnético)	100 *μT*	38 *μT*	49 *μT*	63 %

Los valores obtenidos en las mediciones para la frecuencia de 50 Hz son netamente inferiores a los Niveles de Referencia correspondientes a esa frecuencia, tanto para el campo eléctrico como el magnético. Las mediciones efectuadas en banda ancha (5 Hz y 32 kHz) una vez aplicadas las ponderaciones del Anexo IV de la Recomendación 1999/519/CE, arrojan también valores inferiores a los recomendado, siendo el campo magnético el que presenta niveles relativos más elevados alcanzando un valor equivalente al 63% del Nivel de Referencia.

Por una parte, consideramos que los criterios establecidos en la etapa de diseño y el control de procesos durante la fabricación aseguran la repetitividad de las propiedades establecidas en los Centros de Transformación prefabricados de ORMAZABAL. Por otra parte, hay que advertir que los resultados obtenidos corresponden a medidas realizadas a 20 cm de distancia de los paramentos exteriores de la envolvente del Centro de Transformación y que la reducción de los campos electromagnéticos es muy rápida a medida que nos alejamos de la fuente. Por último, hay que considerar que la Recomendación del Consejo 1999/519/CE representa el estado actual del conocimiento en relación con los efectos de los campos electromagnéticos sobre la salud.

Por todo esto, establecemos que las emisiones electromagnéticas de los Centros de Transformación de ORMAZABAL están por debajo de los valores exigidos en las guías comentadas.

EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sanchez
Colegiado 1.327 COGITI C.REAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO VII.
SISTEMA DE VIGILANCIA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4

1.1 OBJETO 4
1.2 ANTECEDENTES 4

2 CRITERIOS DE DISPOSICIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD 5

2.1 SUBSISTEMA DE INTRUSIÓN 5
2.1.1 INTRUSIÓN DEL COMPLEJO 5
2.1.2 CCS 6
2.2 SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV) 7
2.2.1 FUNCIONES DEL SISTEMA DE CCTV 7
2.2.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN 9
2.2.3 ZONAS CONSIDERADAS A PROTEGER 9
2.3 RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO 9
2.3.1 SUMINISTRO DE FIBRA ÓPTICA 12
2.3.2 CONEXIONADO DE ARMARIOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE LA RED 12
2.4 SUBSISTEMA DE CENTRALIZACIÓN 12
2.4.1 ACTUACIONES A REALIZAR EN LAS DISTINTAS UBICACIONES DEL COMPLEJO 13
2.4.2 TRANSMISIÓN DE IMÁGENES 14
2.4.3 ALMACENAMIENTO DE IMÁGENES 15
2.4.4 VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES 16

3 DOCUMENTACIÓN, PRUEBAS Y FORMACIÓN 17

3.1 DOCUMENTACIÓN 17
3.2 PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA 18
3.2.1 PRUEBAS SOBRE EL CABLE DE FO TENDIDO 18
3.2.2 RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS 21
3.3 FORMACIÓN 21

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS 23

4.1 SUBSISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN 23
4.1.1 DETECTORES VOLUMÉTRICOS 23
4.1.2 CONTACTOS MAGNÉTICOS 23
4.2 SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV) 24
4.2.1 CÁMARAS DE TV IP FIJAS DE EXTERIOR MEGAPIXEL 24
4.3 RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO 25
4.3.1 FIBRA ÓPTICA 25

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO

El objeto de este documento es el de establecer las especificaciones técnicas para la definición del suministro, instalación y mantenimiento del "SISTEMA DE SEGURIDAD PERIMETRAL Y RED DE DATOS DE SEGURIDAD la planta fotovoltaica.

Este documento tiene como objeto, por una parte, la justificación y descripción del sistema de seguridad de la planta fotovoltaica, realizándose una descripción analítica de dicho sistema, así como de los subsistemas que lo componen, pasando posteriormente a enumerar los equipos de que estará conformado cada uno de ellos. Por otra parte, se describen las características técnicas de los equipos y dispositivos del Sistema de Seguridad y el modo en que habrán de ser instalados.

En los siguientes capítulos se partirá primeramente desarrollando los distintos subsistemas, así como las especificaciones de la red de fibra óptica necesaria para el Sistema de Seguridad a instalar en la PV objeto también del presente proyecto.

1.2 ANTECEDENTES

Las especificaciones descritas en los documentos anexos complementarios, son por tanto las que se deben cumplir en la instalación, pruebas y puesta en marcha objeto del presente expediente, así como la documentación de fin de obra a entregar y el servicio de mantenimiento.

2 CRITERIOS DE DISPOSICIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD

En la planta existirá un Centro de Control de Seguridad (CCS) desde el que se atenderán las operaciones de monitorización, parametrización, grabación y emisión de las señales y video. El CCS será, por tanto, el centro neurálgico de todo el Sistema de Seguridad:

- Desde él se monitorizarán y gestionarán los subsistemas de Seguridad.
- Desde el CCS se establecerán todas las comunicaciones al exterior.
- En su interior se alojarán los principales elementos de centralización de señales e integración de subsistemas de seguridad, así como maniobras de iluminación sorpresiva.

Se asume, por tanto, la existencia de dicho Centro de Control donde se realizará la centralización de los subsistemas de Seguridad definidos en este documento.

Para la correcta comprensión del Sistema de Seguridad a instalar, se describen a continuación los distintos subsistemas que lo conforman. Cada uno de ellos desempeña una función concreta y está compuesto por un grupo de dispositivos específicos.

Los subsistemas que conforman el Sistema de Seguridad del presente proyecto son los siguientes:

- Subsistema de Detección de Intrusión.
- Subsistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).
- Subsistema de Control de Accesos.
- Red de Seguridad del PV.
- Subsistema de Centralización.

Se presentan a continuación cada uno de estos subsistemas de forma detallada.

2.1 SUBSISTEMA DE INTRUSIÓN

2.1.1 INTRUSIÓN DEL COMPLEJO

Como elementos pertenecientes al Sistema de Intrusión, se instalarán “támper anti sabotaje” en cada uno de los armarios de exteriores que irán sujetos a los báculos distribuidos por todo el perímetro,

donde irán concentrados los “switches PoE” de la red de Seguridad. En su defecto quedaran dichos armarios cubiertos por las señales de análisis de video de las cámaras solapadas. Para integrar las señales de intrusión de estos dispositivos en el Puesto de Control existente en el CCS, las señales de los támper se conectarán a un módulo expansor de 8 zonas de entradas / salidas, el cual deberá ser conectado a su vez al switch industrial que se ubique en dicho armario. De este modo, estas señales podrán ser enviadas al CCS.

Estos dispositivos darán señal de alarma ante cualquier intento de sabotaje en cada armario. Se deberá realizar la configuración necesaria en el sistema para que, ante un salto de alarma, se interprete y posicione en pantalla la cámara próxima asociada, con el fin de poder visualizar la zona afectada, así como la imagen del domo asociado a la zona.
Las señales de video que se recogerán en propio CCS, también discriminarán las señales de alarma y intrusión en el perímetro mediante la identificación de las mismas zonas.

2.1.2 CCS

En el CCS, se instalarán las medidas de Detección de Intrusión descritas a continuación, las cuales se conectarán a una central de intrusión que se dispondrá en la propia Caseta de Vigilancia. Esta caseta dispondrá de un teclado local para su control.

Mediante este sistema, se garantizará conocer en tiempo real en el CCS, cualquier intento de intrusión no autorizado al CSS. Para ello, se deberán integrar las señales procedentes de esta nueva central de intrusión en el Puesto de Control existente en el CCS, donde se recogerán las alarmas producidas y su correspondiente gestión.

La Detección de Intrusión será en el interior de la Caseta de Vigilancia. Se utilizarán detectores volumétricos en el interior de las salas y contactos magnéticos para las puertas de acceso a dicha caseta.

Las siguientes medidas estarán inhabilitadas durante el horario laboral, cambiando su estado a activo durante el horario nocturno (horario en el que no exista personal en la Caseta de Vigilancia): en su defecto se establecerá con el cliente el protocolo de actuación a seguir.

- Medidas de detección de movimiento (detectores volumétricos).
- Contactos magnéticos en los accesos exteriores a la Caseta de Vigilancia.

Como se ha comentado anteriormente, en los planos que se adjuntarán se indicará la localización de estos elementos.

2.2 SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

2.2.1 FUNCIONES DEL SISTEMA DE CCTV

Los sistemas de CCTV, pese a que pueden operar de manera aislada, suelen cubrir algunas de las funciones de las requeridas para los Sistemas de Seguridad. De esta manera, el CCTV deberá actuar como subsistema, integrado en mayor o menor medida con otros subsistemas que refuercen y complementen sus funciones, para obtener el nivel de Seguridad requerido en la instalación.

El Sistema de CCTV permitirá satisfacer varias funciones, gracias a componentes específicos y especializados que serán comentados en detalle en los siguientes puntos.

- Supervisión remota de instalaciones, por parte del personal de Seguridad. Esta supervisión puede entenderse a su vez como un conjunto de funciones implícitas que se enumeran a continuación:

Supervisión a voluntad o programada, en vivo, de manera activa por parte del personal de Seguridad o gestión del PV. Esta función se realizará sobre imágenes captadas en zonas consideradas críticas, mediante la revisión desde monitores de las imágenes de dichas zonas. El personal de Seguridad atenderá, cuando así lo considere, las imágenes mostradas en los monitores, las cuales podrá modificar a voluntad (cambiando el número/configuración de imágenes o el de las cámaras que las originan).

- Revisión Forense. Cuando la incidencia se descubre en directo, posteriormente, se podrán revisar las imágenes almacenadas en los dispositivos de grabación. Esta revisión se lleva a cabo a voluntad de los operadores del PV y del sistema y del operador de CRA según el protocolo establecido con el cliente.

- Disuasión. La mera presencia de cámaras de televisión será en sí una potencial fuente disuasoria que “protege” la instalación de ciertas amenazas.

- Evidencias policiales y laborales. La evidencia de cualquier robo o acción delictiva que haya sido captada por una cámara y cuya imagen haya sido grabada, podrá emplearse en juicios o como factor convincente en acciones legales.

En definitiva, el Sistema de CCTV propuesto para el presente proyecto deberá permitir:

- Visualizar escenas de una manera remota.
- Visualizar escenas desde uno o más puestos de visualización.
- Almacenar las imágenes de las cámaras para su posterior visionado.
- Visualizar imágenes en tiempo real o a partir de grabaciones o registros.
- Identificar a integrantes de una escena y comprobar incidentes.

Debido a las características propias del emplazamiento, así como a su futuro uso y a las necesidades del Cliente, se instalará un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión para cubrir las funciones mencionadas anteriormente, centralizándose dicho Sistema en el Centro de Control de Seguridad del parque, existiendo un puesto de control en este CCS.

La siguiente tabla indica a modo de resumen, las funciones principales asignadas a estas medidas de CCTV, así como la dotación tipo que permite llevar a cabo dichas funciones:

FUNCIONES DEL CCTV		
FUNCIÓN	USO DEL EQUIPO	DOTACIÓN TÍPICA
Visualización	Visualizar en tiempo real las imágenes captadas porlas cámaras.	Monitores de CCTV con cuadrantes.
Gestión/Forense	Gestionar el sistema de CCTV y visualizar tanto en tiempo real como a través de grabaciones, las imágenes captadas por las Cámaras.	PC de Gestión y visualización de CCTV y CRA.
Disuasión	Disuadir a los potenciales agentes de acciones inadecuadas de que materialicen sus intenciones.	Carteles disuasorios y propia presencia de las cámaras.
Grabación	Almacenamiento de las imágenes captadas por las cámaras del sistema, para su posterior visionado.	Grabadores de CCTV (Servidores).

2.2.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Las medidas a disponer se han diseñado teniendo en consideración los criterios y las necesidades manifestadas, así como la situación de la instalación, dando prioridad a las zonas críticas de estudio (acceso principal y vial principal) así como las previstas de ocupación inmediata (proximidades a la parcela de ubicación del PV y las parcelas colindantes que abarque el sistema de CCTV).

Se dispondrá de cámaras fijas IP Mega píxel y cámaras térmicas IP, ubicadas alrededor de todo el parque. Irán colocadas en báculos alrededor del perímetro, de acuerdo a la ubicación definida en los planos anexos, a una altura mínima de 4,5 metros sobre las mismas. Se ha definido y estudiado la instalación de éstas cada 70 metros máximo de distancia entre ellas entre las cámaras día /noche y mayores distancias en las térmicas hasta 450ml, con objeto de tener una supervisión de análisis de video general de todas las zonas del perímetro del PV. Se ubicarán en el mismo sentido de orientación, de forma que una supervise a la siguiente, minimizando ángulo muerto que éstas producen e incluyendo la eliminación del ángulo muerto cubriéndola zona muerta entre cámaras contrapuestas.

2.2.3 ZONAS CONSIDERADAS A PROTEGER

Se presentan las zonas consideradas y las cámaras de CCTV que se prevén instalar.

Todas las conducciones se realizarán a través de las canalizaciones existentes dedicadas a la red de Seguridad. La alimentación del CCTV se llevará desde el CCS estabilizada por un UPS, a cada cámara instalada.

2.3 RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO

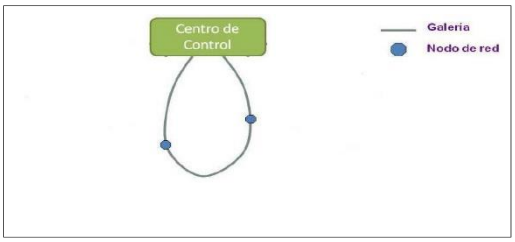
Deberá realizarse el suministro, tendido y conexionado de la Red de datos de Seguridad, así como la realización de las pruebas específicas para la fibra óptica instalada. Igualmente, se configurará toda la red de Seguridad en base a los requerimientos del proyecto de instalación.

Tanto en el diseño de la arquitectura de la red como en la elección de los equipos que la componen, prima la criticidad del sistema de comunicaciones, así como la escalabilidad de la solución. Por lo tanto, el resultado es una red de comunicaciones fiable y robusta, que dispone de una gran capacidad de procesamiento de datos para la transmisión de la información de la red.

Se instalará en el CCS, un switch de nivel 3 (switches de rango extendido), que se encargarán de gestionar las comunicaciones en la red de Seguridad de todo el parque. Se considerará, por tanto, el suministro, instalación y configuración de los mismos.

Con las consideraciones anteriores a tener en cuenta, se pasa a describir la red de Seguridad del Complejo que deberá realizarse.

El troncal de la red estará definido por una serie de nodos implantados a lo largo de todo el perímetro, donde estarán ubicados los armarios donde irán conectadas las cámaras de seguridad. Estos nodos se distribuirán en el anillo de fibra óptica, los cuales convergerán en el CCS.



El anillo estará formado por manguera de fibra óptica de al menos 6 pares de fibras Monomodo, tal y como se describe en el capítulo de especificaciones de la instalación. El punto de cierre de estos lazos será el CCS, lugar en el que se conectarán los extremos de los diferentes del anillo a dos switches del mismo fabricante que los dispuestos en los armarios del perímetro, con el fin de disponer de una gran densidad de puertos de fibra y de aprovechar los protocolos específicos de rápida convergencia de red que implementan estos equipos. Estos switches (switches centrales para conexión con anillos), corresponden al primer nivel de switches instalados en el CCS. Cada extremo de cada anillo, se conectará a uno de estos switches, de forma que los lazos queden cerrados por ambos extremos.

La distribución en anillos (lazos) y la implantación de protocolos de routing adecuados, permitirá asegurar la conectividad con los distintos nodos de la red, aunque existan problemas puntuales en un enlace de fibra o en un nodo concreto. Los dispositivos de Seguridad (cámaras, módulo Ethernet de entradas / salidas de alarma y central de intrusión) estarán conectados al nodo más cercano, que será el encargado de encaminar la información recibida hacia el puesto de Control de Seguridad implantado.

Para ofrecer la conectividad a los dispositivos de Seguridad en los nodos distribuidos en el Perímetro, deberán implantarse switches industriales capaces de trabajar en entornos hostiles (polvo, humedad, altas temperaturas, etc.), y con soporte de rango de temperatura extendido (-40ºC hasta +80ºC).

Además, deberán soportar protocolos de convergencia de red, al menos de nivel 2, para asegurar la conectividad en caso de caída de algún enlace. Estos requisitos son imprescindibles a cumplir para el diseño del proyecto.

Dado que existen múltiples pares por manguera, sería posible realizar, para casa lazo tantas redes físicas independientes como pares de fibras hubiera disponibles por manguera. No obstante, se prevé inicialmente que sólo se conecten a estos switches centrales de interconexión de los anillos, dos pares de fibras de cada manguera, permitiendo crear dos redes físicas independientes por cada lazo, quedando el resto de pares como elementos de reserva. En cada lazo, una de estas redes físicas estaría activa y habría equipos conectados a ella, quedando la otra pendiente de futuras ampliaciones del sistema de Seguridad.

En el siguiente esquema se indica cómo deberán conectarse a los switches de interconexión de los anillos los pares correspondientes a estos lazos. Cabe destacar que se prevé el conexionado de todas las fibras de las mangueras, pese a que sólo se utilizarán dos de las fibras de cada una de ellas, quedando el resto como reserva, pero listos para ser conectados con latiguillos cuando fuera necesario.

A través de las canalizaciones y arquetas existentes, será posible:

- El tendido de manguera de fibra óptica para cada una de las zonas definidas, así como su conexión con el Switch principal de la red de Seguridad.
- Disposición de cocas de fibra óptica, para unir, en un futuro, los lazos con los switches de conexión, en arquetas existentes.
- Instalación y conexión de los armarios con los lazos de fibra, realizándose en su interior el conexionado de fibra y la conexión con los switches a disponer en cada armario.
- El tendido de cableado de alimentación y UTP hasta las cámaras a instalar, desde cada armario de campo específico.

Se asume la existencia de alimentación estable en cada punto donde se vaya a instalar un armario de campo.

Cabe destacar que las tareas de canalización e instalación de arquetas destinadas al Sistema de Seguridad que se han llevado a cabo, son ajenas a este proyecto, y se considerarán ya existentes.

2.3.1 SUMINISTRO DE FIBRA ÓPTICA

Se incluye el suministro, tendido, conexionado y realización de pruebas de la fibra óptica.

2.3.2 CONEXIONADO DE ARMARIOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE LA RED

Se dispondrán armarios de campo distribuidos a lo largo del perímetro, instalados de acuerdo a las especificaciones de las prescripciones Técnicas, y ubicados según los planos anexos. Cada uno de estos armarios se conectará a la red de seguridad del parque mediante la electrónica de red especificada, y de ellos partirán las alimentaciones a cada cámara. Estos switches serán de uso exclusivo para el Sistema de Seguridad Perimetral a instalar, y se requerirá su instalación en el interior de cada armario y su configuración y conexionado, lo que permitirá la puesta en marcha de cada uno en el anillo activo.

Al switch industrial ubicado en cada armario se conectarán las correspondientes cámaras de la instalación y los módulos Ethernet de entradas / salidas para los támper de armario y módulos IP de maniobras de iluminación sorpresiva en el caso que el cliente requiera de la misma.

Al Switch del armario CCS, ubicado en la Caseta de Vigilancia, se conectarán otros elementos de Seguridad ubicados en dicha instalación y sus aledaños, básicamente ordenadores de visualización de CCTV y la central de alarmas. Todos los Switches distribuidos en campo se conectarán al Switch de interconexión del anillo del CCS, a través del tendido de fibra dedicado.

2.4 SUBSISTEMA DE CENTRALIZACIÓN

El subsistema de Centralización se encargará de transmitir y procesar las señales de los distintos subsistemas, actuando automáticamente según su programación y presentando la información resultante a los operadores cuando esto sea necesario, de manera que estos puedan reaccionar ante las distintas incidencias que puedan presentarse.

El núcleo de este subsistema se ubicará en el CCS, donde se alojarán la mayor parte de los equipos que realizarán la labor de centralización de los subsistemas de Seguridad. La dotación de este subsistema está compuesta actualmente por equipos de captación de señales y por elementos que actúan como interfaces de los distintos subsistemas.

Para ello, existen tres puestos en el CCS dedicados a las siguientes funciones:

- Puesto de Gestión de Control de Accesos.
- Puesto de Monitorización de CCTV.
- Puesto de Supervisión del Sistema de Seguridad.

2.4.1 ACTUACIONES A REALIZAR EN LAS DISTINTAS UBICACIONES DEL COMPLEJO

Se deberán realizar las siguientes actuaciones.

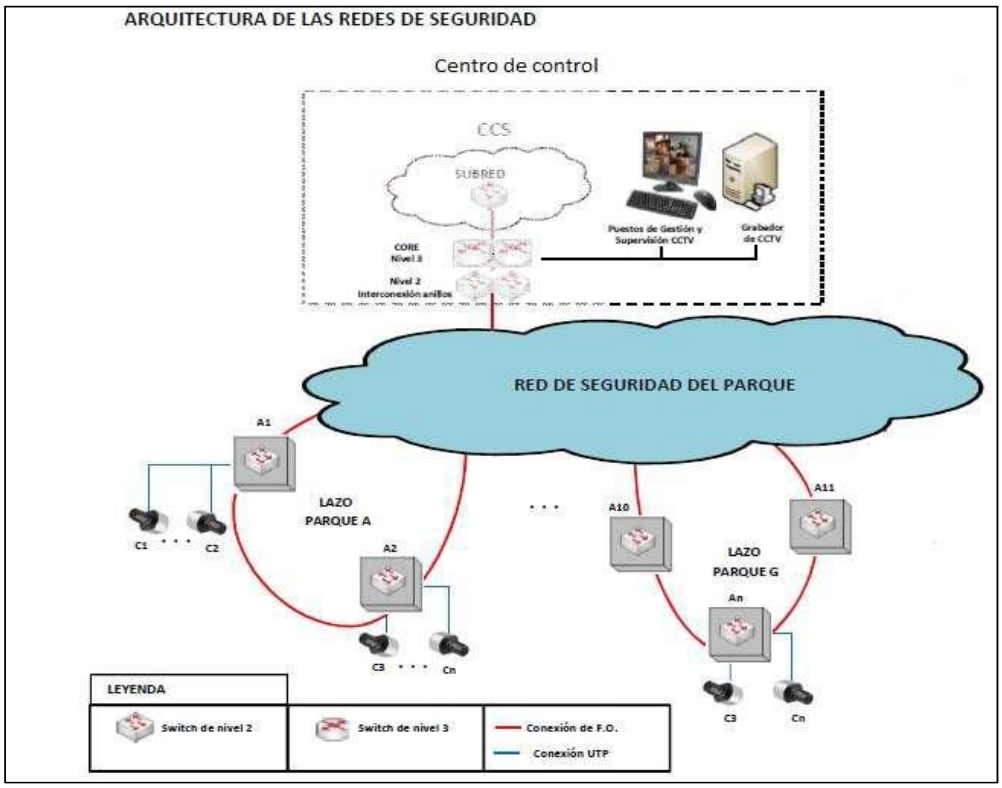
- **En el CCS:** Adicionalmente al equipamiento existente en el CCS indicado anteriormente, se deberán realizar las siguientes actuaciones.
    - Servidor de CCTV, conectado a la red de Seguridad Perimetral y El Puesto de Monitorización de CCTV, formado por un Servidor y dos monitores de 26”, pudiéndose configurar y parametrizar la parte del sistema de CCTV.
    - En el Puesto de Supervisión del Sistema de Seguridad existente, deberá realizarse la actualización para integrar las señales de Detección de Intrusión del centro de control, así como las asociadas a cada armario de campo, de forma que ante una alarma en cualquiera de los puntos, se posicione la cámara correspondiente asociada al análisis de video o se posicionen los domos con los presets establecidos.

- En cada nodo de comunicación de la red de Seguridad:

    - Las cámaras IP del Sistema de CCTV ya sean de espectro visible y térmicas se conectarán directamente al switch que deberá instalarse en la distribución de armarios de Campo, con lo que no requerirán ningún elemento intermedio de conversión.

Se utilizará un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS), el cual no forma parte del alcance del presente proyecto, al que se conectarán los siguientes equipos objeto del presente expediente:

- Switches principales de la red de Seguridad.
- Servidores RW digitales de video, ubicados en el CCS.
- Puesto de Monitorización de CCTV del CCS.



2.4.2 TRANSMISIÓN DE IMÁGENES

Es necesario que los diversos componentes del sistema de CCTV se comuniquen entre sí, transmitiendo las imágenes entre ellos del siguiente modo:

- Cámaras IP con Grabadores: Las cámaras IP deberán crear un flujo constante de transmisión de las imágenes, con la mayor calidad (resolución, imágenes por segundo y nivel de compresión) que se defina para la función que haya de desempeñar la cámara.
- Cámaras IP con Puestos o Monitores de Visualización y/o Gestión: Cuando un puesto o monitor solicite una imagen a una cámara IP, ésta transmitirá la misma con una calidad (resolución, imágenes por segundo y nivel de compresión) adecuada a las necesidades de visualización.
- Servidores con Puestos o Monitores de Visualización y/o Gestión: Cuando un puesto o monitor solicite una imagen a un grabador, éste la enviará con la misma calidad con la que haya sido almacenada, aunque habitualmente se transmitirá con la misma calidad que la empleada para almacenar la imagen.

2.4.3 ALMACENAMIENTO DE IMÁGENES

Las imágenes transmitidas hasta el servidor en red de CCTV se almacenan sin sufrir compresiones adicionales, en el formato en que fueron transmitidas.

La grabación de las imágenes de las cámaras vendrá determinada por darse una de las siguientes situaciones:

- De manera automática, ante la generación de una incidencia considerada en el sistema como de importancia suficiente para ser grabada.
- De manera manual, cuando el operador que visualice las cámaras ordene al sistema hacerlo a través de un puesto de visualización o de gestión del sistema.
- De manera automática, en caso de que se haya programado el grabador para que almacene imágenes durante un periodo de tiempo determinado y de forma continua.

Como criterio general, se suelen almacenar imágenes de todas las cámaras de un sistema con una tasa de imágenes y una resolución determinada, y que ésta cambie a voluntad de un operador o ante una incidencia. Para este proyecto, se configurará de forma que el equipo de grabación instalado almacene localmente las imágenes de todas las cámaras conectadas a él. El operador podrá programar situaciones para que se almacenen imágenes durante un período determinado a una tasa mayor, en función de la operativa del Complejo.

2.4.4 VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES

Los puestos de visualización permitirán a los operadores de CRA y Centro de control, visualizar las imágenes captadas por las cámaras, tanto en directo como provenientes de grabaciones.

En este sentido, el sistema de visualización es capaz de realizar las siguientes tareas:

- Disponer de pre-configuraciones para la presentación en pantalla de varias cámaras.
- Posibilidad de asociar ciertas pre-configuraciones y selecciones de cámara con el horario, situación de la instalación u operador de CRA o puesto de control que maneja el sistema.
- Capacidad de solicitar las imágenes a mostrar con la resolución adecuada al número de cámaras a visualizar y al ancho de banda disponible.
- Capacidad de trazabilidad de las actuaciones de los operadores sobre el sistema.

3 DOCUMENTACIÓN, PRUEBAS Y FORMACIÓN

3.1 DOCUMENTACIÓN

A la entrega de la instalación, y formando parte específica de la misma, se entregará la documentación:

- Manuales operativos de todos los elementos y programas suministrados, en español o inglés en su defecto. Se incluirá una copia para los asistentes a los cursos de formación.
- Manuales técnicos de todos los elementos y programas suministrados, en español o inglés en su defecto.
- Planos y esquemas, “as built”, con indicación de cableados y de los marcajes de los mismos.
- Plan de Pruebas y puesta en marcha propuestas.
- Documentación fotográfica de las arquetas: se entregarán fotografías en formato digital de todas y cada una de las arquetas por las que pasa el tendido del cable.

Para cada una de las arquetas por las que pasa el cable se deberán tomar las siguientes fotografías:

- Fotografía donde se muestre la cara de la arqueta por donde entra el cable.
- Fotografía donde se muestre la cara de la arqueta por donde sale el cable.
- Fotografía del interior de la arqueta para mostrar su ocupación.
- Fotografía panorámica de la arqueta.
- Fotografía del cable, mostrando el marcado de cubierta y la etiqueta que posee.

En las dos primeras fotografías deberá marcarse el conducto en el que se ha instalado el cable, permitiendo su identificación sin ningún tipo de dudas. Para ello se podrá marcar el tubo en la propia fotografía o adjuntar un esquema donde se muestren todos los tubos e identificar el conducto en cuestión.

- Resultados de las pruebas realizadas, tanto del Sistema de Seguridad al completo como de la red de Seguridad del Complejo.
- Certificados, visados y libro-registro de mantenimiento.

3.2 PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

Para la entrega de la instalación se realizarán las pruebas de funcionamiento especificadas en el Plan de Pruebas y Puesta en Marcha.

Se describe a continuación las pruebas a realizar específicas para la Fibra Óptica.

3.2.1 PRUEBAS SOBRE EL CABLE DE FO TENDIDO

Antes de la entrega de la obra, se llevarán a cabo pruebas de calidad del tendido realizado en todos los tramos y fibras afectados.

Las mediciones se realizarán en el 100% de las secciones afectadas por el tendido. Al final de las mismas, serán entregadas, en papel y en formato digital, tal y como se especifica en el apartado relativo a documentación a entregar asociada a la instalación.

Las pruebas que se deberán realizar para la validación y aceptación de los trabajos de instalación del cable de fibra óptica, serán de diversos tipos:

- Visuales.
- Mediciones de atenuación:
- De potencia óptica.
- Reflectométricas.

Medidas de potencia óptica

Las medidas de atenuación se realizarán en un solo sentido. Para las fibras monomodo estándar (ITU-T G.652).

Se medirá la diferencia de niveles a la entrada y a la salida de la fibra bajo prueba, para lo cual se utilizará una fuente y un medidor de potencia óptica.

Para realizar las medidas de potencia óptica deberá ser tenido en cuenta lo siguiente:

- El emisor deberá ser de gran estabilidad y el receptor deberá presentar respuesta lineal.

- Las variaciones sufridas en el acoplo del emisor a la fibra óptica deberán ser mínimas ante variaciones del nivel de potencia, longitud de onda y temperatura.
- Se deberá tener especial cuidado en no ensuciar ninguno de los componentes con los que se realice la medida.

Metodología de trabajo

Los equipos de medida utilizados deberán ser los adecuados a los tramos de fibra a medir. Inicialmente, se medirá la potencia óptica a la salida de la fuente de luz, utilizando los latiguillos y transiciones de acoplo a la fibra que se utilizarán en la medida.

A continuación, sin soltar las conexiones de los latiguillos a los equipos de medida, se realizarán las mediciones del tramo de fibra requerido, obteniendo un valor PI (dBm).

El valor de la atenuación total en el tramo se calculará mediante la expresión:

$$A\ (dB) = P0 - PI$$

Para verificar que no se ha producido ningún error en la medida, al final del proceso se volverá a medir la potencia de la fuente óptica P0 (dBm), comprobando que el resultado no varía en más de 0,3 dB del obtenido al principio.

Valores de aceptación

El valor de atenuación obtenido deberá ser menor al calculado mediante la siguiente fórmula:

$$A = L*\alpha T + Ne*\alpha E + Nc*\alpha C$$

A: Atenuación máxima de la sección (dB).
L: Longitud de la fibra (Km).
αT: Atenuación máxima por Kilómetro de la fibra (dB/Km.
Ne: Numero de empalmes en el tramo medido.
αE: Atenuación media máxima por empalme permitida (0,10 dB). Número de conectores.
Nc: Número de conectores.
αC: Atenuación máxima por conjunto conector pigtail permitida (0,60 dB).

Medidas de Reflectometría

Estas medidas permitirán evaluar la continuidad de la fibra, detectar defectos y medir empalmes. Serán medidas de retroesparcimiento realizadas con reflectómetros ópticos (OTDR), trabajando en diferentes longitudes de onda en función del tipo de fibra:

- Fibra monomodo estándar (ITU-T G. 652): las medidas se realizarán a 1.310 nm y 1.550 nm.
- Las medidas reflectométricas deberán realizarse obligatoriamente en ambos sentidos, obteniéndose las atenuaciones correspondientes como la semisuma algebraica de los valores medidos en los dos sentidos de la transmisión.
- Entre el OTDR y la fibra bajo prueba se deberá instalar una bobina de lanzamiento de una longitud no inferior a 800 metros. Los OTDR utilizados deberán ser los adecuados a los tramos de fibra a medir.
- La anchura del pulso empleado en cada tramo deberá el menor posible para aumentar la resolución en distancia, pero debiendo garantizarse al mismo tiempo una relación señal a ruido (SNR) adecuada en el extremo opuesto de la fibra bajo prueba. Se valorará que se utilicen diferentes longitudes del pulso (pulsos cortos para caracterizar las zonas más cercanas a la fibra y pulsos de mayor longitud para las más alejadas).
- Deberá realizarse un promediado de un número suficiente de pulsos de modo que la traza obtenida sea de buena calidad.
- En la documentación proporcionada por el adjudicatario deberá indicarse la anchura del pulso utilizada en cada medición, así como el índice de refracción de la fibra considerado.

Medición de la atenuación del tramo

Normalmente no será posible la realización de la medida de la atenuación en el total del tramo medido.

Se deberá dar el valor de la atenuación kilométrica entre los puntos más alejados que presenten un comportamiento lineal dentro del tramo.

Si se dieran varias pendientes a lo largo de cada tramo medido se deberá dejar constancia de este hecho, lo mismo que si se diese la aparición de algún punto singular. Se analizarán las posibles causas de estos puntos singulares.

Comprobaciones visuales

Además de las medidas de atenuación indicadas anteriormente, deberán realizarse las siguientes comprobaciones visuales:

- Verificación de que hay cable instalado.
- Verificación de que el cable se ha tendido por el conducto designado para ello.
- Verificación del correcto etiquetado del cable.
- Verificación de que el radio de curvatura del cable es superior al especificado en todas las arquetas del recorrido.

3.2.2 RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Se entregará, en formato papel y electrónico, los resultados de las pruebas realizadas tras el tendido del cable de fibra óptica.

- Tramo en el que se ha realizado la prueba.
- Tipo de cable al que se ha realizado la prueba.
- Fecha de ensayo.
- Tipo de medida realizada (potencia óptica o reflectométrica).
- Marca, modelo y número de serie del equipamiento utilizado para la prueba.
- Anchura del pulso e índice de refracción empleados en la medida (únicamente para mediciones reflectométricas).
- Resultados obtenidos. En el caso de medidas reflectométricas se deberá recoger el gráfico de la traza medida, así como una tabla con los eventos detectados.

3.3 FORMACIÓN

A la entrega de la instalación, y formando parte de la misma, se realizará un curso de operación para el personal de Vigilancia y Mantenimiento que la propiedad designe (Tas Seguridad) para la correcta gestión y uso del Sistema.

El objetivo de este curso permitirá al operador realizar las siguientes acciones:

- Manejo interactivo de la aplicación según el nivel de permisos del operador (desde usuario hasta administrador).
- Interpretación y manejo de los ficheros generados.
- Ejecución (conexión/desconexión de alarmas, posicionamiento de cámaras, altas de usuarios…) de las aplicaciones del sistema.

El curso constará de distintos contenidos, siendo los principales:

- Presentación.
- Accesos y funcionamiento del sistema.
- Arquitectura general y funcionamiento de cada subsistema.
- Manejo de la aplicación.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

Los dispositivos y equipos a disponer deberán tener unas características mínimas que a continuación se describen. Adicionalmente, se indican unos requisitos de instalación de estos elementos, que habrán de respetarse para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos previstos.

Los equipos que se describen reciben la misma denominación en este capítulo que la que se emplea en los planos y en las mediciones utilizadas en este documento.

4.1 SUBSISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

4.1.1 DETECTORES VOLUMÉTRICOS

- Serán detectores volumétricos de doble tecnología (infrarrojos pasivos y microondas activos).
- Serán de Grado 2 o superior, según EN50131-2-4.
- Serán de Clase medioambiental II o superior, según EN5013.1
- Tendrán un grado de cobertura adecuado a la zona a supervisar. El alcance teórico del sensor deberá superar en un 20% el máximo alcance requerido para la zona a controlar.
- Dispondrá de supervisión de ángulo 0º.
- Dispondrá de señal de apertura de carcasa (según norma).
- Dispondrá de señal de enmascaramiento de sensor.
- El alcance del microondas podrá ser ajustable.
- Microondas operando en banda X o banda K.

4.1.2 CONTACTOS MAGNÉTICOS

Los contactos magnéticos disponen de las siguientes características:

- Serán contactos magnéticos de empotrar (siempre que sea posible) o de superficie (en el resto).
- Serán contactos magnéticos de Grado 2 o superior, según EN50131-2-6.

- Serán de Clase medioambiental III o superior, según EN50131.
- Dispondrán de Inmunidad magnética (según norma).
- Dispondrán de señal de apertura del sensor (según norma).
- Incluirán de serie las resistencias de fin de línea.
- Para los casos de puertas que permitan contactos magnéticos de empotrar:
    - Aceptará separaciones hasta 14 mm.
    - Serán equipos de características similares a los ELMDENE ELM-EN3-QFC-GN,o similar.
- Para los casos de puertas que no permitan contactos magnéticos de empotrar:
    - Aceptará separaciones hasta 18 mm.

4.2 SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

4.2.1 CÁMARAS DE TV IP FIJAS DE EXTERIOR MEGAPIXEL

Las cámaras de TV fijas a disponer a lo largo de los viales del perímetro deberán de tener las siguientes características:

- Serán cámaras fijas mínimo IP 1´2MP, de tipo día/noche (color/blanco y negro). Filtro de infrarrojos extraíble automáticamente.
- Sensor de imagen CMOS RGB de barrido progresivo de 1/3”
- Dispondrán de óptica varifocal 5-50mm: visión de 61º-29º, F1.8.
- Excelente calidad de imagen con 2,2MP o HDTV 1080p.
- Compresión H.264 (MPEG-4 PARTE 10/AVC), Motion JPEG.
- Transmisión de vídeo: Múltiples secuencias que pueden configurarse individualmente en H.264 y en Motion JPEG. Velocidad de imagen y ancho de banda controlables VBR/CBR H.264.
- Aceptarán alimentación a través de Ethernet (PoE) o mediante cable de alimentación dedicado de 12 Vdc o 24 Vac, bien sea porque dispongan de una fuente de alimentación junto a la cámara/dentro de la carcasa o porque acepten este tipo de alimentación directamente.

4.3 RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO

4.3.1 FIBRA ÓPTICA

La longitud de las mangueras de fibra óptica se hará de acuerdo con el apartado de mediciones del presente Pliego. La selección e instalación de cableado de fibra óptica se hará de acuerdo con la norma EN 50173. Los componentes serán del tipo siguiente:

- Tipo

Manguera de 6 pares de fibras Monomodo de diámetro de 9/125 micrómetros, con funda de plástico con hilos de rigidez Kevlar. La fibra debe ser del tipo “10 Gigabit Ethernet singlemode fiber” siguiendo el estándar OS2 cuyas características técnicas son:

- Fibra monomodo de 9/125 nm.
- Ancho de banda hasta 33GHz a 1300/1550 nm
- Atenuación típica de 0,4dB/Km. a 1310/1550 nm.
- Velocidad de 10 Gbps en distancias de 10 kilómetros.
- Núcleo: 9 micras

Dadas las condiciones de instalación, el empaquetamiento de las fibras y la cubierta del cable deben ser tales que éste sea hidrófugo y resistente al ataque de roedores, debiendo estar armado con camisa de fibra de vidrio, así como de baja emisión de humo y libres de halógenos (LSZH).

- Instalación

La metodología de tendido (soplado, arrastre a motor, tendido manual, etc, con la obligación del cumplimiento de las pautas técnicas establecidas por el fabricante del cable para su instalación (esfuerzos de tracción, radios de curvatura mínimos, etc.).

En el tendido se utilizará uno de los tres tubos, disponible para la Red de Seguridad del Parque, quedando los otros dos reservados para futuras ampliaciones de servicios.

Cada fibra deberá ser etiquetada en ambos extremos. La manguera de 6 pares de fibra se etiquetará en los registros más próximos a las salas de cableado. Además, las cocas de las distintas mangueras de fibra óptica estarán también etiquetadas en cada arqueta.

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO VIII. MONITORIZACIÓN Y CONTROL

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

1 OBJETIVO 4

2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA SCADA/SQL 4

2.1 TOPOLOGÍA DEL SISTEMA SCADA 4
2.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL SCADA 6
DESCRIPCIÓN DE LAS PANTALLAS DEL SCADA 7
DESCRIPCIÓN DE LOS INFORMES DEL SCADA 9
ALARMAS DEL SCADA/EVENTOS 10
VARIABLES DEL SCADA 10
USUARIOS 11
INTERFACE DE USUARIO 11
EXPORTACIÓN DE DATOS 11
2.3 SISTEMA SQL 11
2.4 SISTEMA OPC 12
2.5 SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA ACTIVA 13
2.6 SISTEMA DE PREVISIÓN DE ENERGÍA 13

3 REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS DEL SCADA 14

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A MONITORIZAR 14
3.2 DESCRIPCIÓN DEL CUADRO DE MONITORIZACIÓN Y MEDIDA EN CT 22
3.1 SERVIDOR LOCAL EN PLANTA 23
3.2 PV PLANT WORKSTATION 23
3.3 BACKUP 24

4 CONDICIONES GENERALES 25

1 OBJETIVO

El objetivo del sistema SCADA es la implantación de un sistema de monitorización de los equipos instalados en la planta solar (contadores de exportación MT, relés de protección, inversores de potencia, analizadores de corriente continua, contadores de BT, equipos de control de temperatura en transformadores, cajas de conexión de strings, estaciones meteorológicas y ups) y el registro de los datos suministrados por dichos equipos, permitiendo centralizar en un sistema informático con servidor web incorporado, la gestion de esta información. El objeto de esta implantación es la detección de defectos en la instalación, medida de la producción energética, eficiencia y disponibilidad, generación de eventos y alarmas y el almacenamiento de todo ello en una base de datos.

2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA SCADA/SQL

Para integrar un sistema SCADA/SQL es necesario cumplir con unos requerimientos específicos. Se deberán instalar dos sistemas SCADA independientes. Se describirán ambos sistemas en los puntos siguientes.

2.1 TOPOLOGÍA DEL SISTEMA SCADA

Este sistema está compuesto por dos aplicaciones SCADA que consultan a los distintos dispositivos de campo de forma simultánea haciendo uso de la misma red de comunicaciones de la instalación.

Una de estas aplicaciones se ejecuta sobre un servidor dedicado exclusivamente a tal fin ubicado en el Centro de Datos de KUNTUR INVESTMENTS SL (en adelante SCADA REMOTO), el cual se conecta con los equipos de la planta haciendo uso de la conexión a internet disponible en la planta y del router VPN suministrado por KUNTUR INVESTMENTS SL (Nauta, CISCO-C819 o similar o Shopos).

La otra aplicación SCADA corre sobre un servidor local ubicado en la instalación (en adelante SCADA LOCAL). El servidor debe estar localizado en un armario tipo rack de 19” con UPS.

Para establecer la comunicación entre el SCADA REMOTO y los equipos presentes en la instalación, el router VPN establecerá una conexión cifrada, a través de la conexión a internet, con el servidor ubicado en el Centro de Datos de KUNTUR INVESTMENTS SL. Esta conexión a internet deberá ser utilizada únicamente por el SCADA. Está prohibido usar esta conexión para cualquier otro equipo o sistema (ordenadores, workstations, tablets, Wi-Fi routers, routers, etc.)

Los requerimientos de la conexión a internet de la VPN de KUNTUR INVESTMENTS SL dependen del número de equipos, variables y demás parámetros a monitorizar. Estos requerimientos se establecerán por el equipo de mantenimiento de KUNTUR INVESTMENTS SL La compañía constructora deberá cumplir con estos requerimientos:

- Velocidad de subida de mínimo 4Mbps (recomendado 5Mbps o más)
- Velocidad de descarga mínima de 2Mbps.
- Sin límite de descarga.
- Conexión estable, sin interrupciones
- Se recomienda contratar una IP fija para uso exclusivo de la conexión a internet de KUNTUR INVESTMENTS SL

Asimismo, será necesario instalar una estación de trabajo de sobremesa, que utilizará el personal de mantenimiento en la planta para revisar y operar con el SCADA local. Se ubicará en el Centro de Control de la planta.

La siguiente imagen muestra la topología definida para llevar a cabo la operación de ambos sistemas simultáneamente.

El Centro de Control deberá estar interconectado con las estaciones de inversión- transformación mediante una red de fibra óptica con topología en anillo. La red de fibra óptica estará interconectada por switches gestionables Ethernet tanto en el Centro de Control como en todas las estaciones de inversión-transformación.

Todos los equipos de campo que deban ser monitorizados, deberán llevar protocolo de comunicaciones Modbus/TCP or Modbus/RTU.

Los equipos de campo que pertenezcan a un centro de inversión-transformación concreto deberán estar conectados al switch Ethernet de ese centro.

Los equipos ModbusTCP (Ethernet) deberán conectarse directamente a los switches ethernet de cada centro.

Los equipos Modbus/RTU (RS485) deberán estar también conectado a los switches ethernet de los centros a través de un conversor RS485/ModbusTCP. Dispositivo recomendado: TCP1RS+ o TCP2RS+ (marca Circutor).

Todos los equipos necesarios (contadores AC, conversores RS485/Modbus TCP, switches ethernet fibra óptica…) se deberán instalar en un armario localizado en cada centro de inversores-transformación denominado “armario de monitorización y medida”.

De este modo ambas aplicaciones SCADA comparten la infraestructura de comunicaciones en la instalación con los dispositivos de campo.

2.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL SCADA

El sistema SCADA se desarrollará a través de la aplicación PowerStudio siendo necesaria licencia. Será necesario desarrollar una aplicación específica para cada SCADA. Como se ha mencionado anteriormente, habrá dos SCADAs diferentes (SCADA Remoto y SCADA local).

Los datos recogidos por las aplicaciones son mostrados en varias pantallas tipo sinóptico, así como también son almacenados en base de datos con un periodo de registro que se describirá en el apartado correspondiente de este documento. Las alarmas y los informes estarán también disponibles en el SCADA.

Descripción de las pantallas del SCADA

La presentación de los datos instantáneos más representativos se organizará en pantallas. Todos los equipos incluidos en cada pantalla deberán estar vinculados al correspondiente dispositivo. Las pantallas disponibles serán como mínimo las siguientes dependiendo de los equipos de campo integrados en el SCADA:

- 1 ud pantalla general de planta mostrando el layout.
- 1 ud pantalla general de planta mostrando todos los contadores AC.
- 1 ud pantalla general de planta mostrando todos los inversores.
- X ud pantallas de centro de inversor-transformador. X = número de centros en la planta.
- 1 ud pantalla mostrando las estaciones meteorológicas.
- 1 ud pantalla mostrando las estaciones meteorológicas y las celulas calibradas.
- 1 ud pantalla mostrando el sistema de control de potencia activa.
- 1 ud pantalla mostrando todos los datos de control de temperatura (incluyendo valores de temperatura de transformador e inversor).
- 1 ud pantalla mostrando los relés y contadores de media tensión.
- 1 ud pantalla mostrando la topología de MT
- 1 ud pantalla mostrando los parámetros del PPC y RTU.

Todas las pantallas mostrarán en la cabecera: fecha y hora del sistema, potencia exportada e irradiancia de la célula de referencia para el cálculo de PR (Performance Ratio). A continuación, se muestra una breve descripción de cada pantalla.

LAYOUT: Esta pantalla mostrará la distribución general de la planta. Localizará cada centro de inversión-transformación y el Centro de control, mostrando la potencia producida en cada CT y estará vinculada con su correspondiente pantalla de CT.

CONTADORES AC: Esta pantalla mostrará valores de tensión, corriente, potencia activa exportada y factor de potencia simultáneamente de cada contador. Para mostrar todos los valores del contador, cada uno tendrá un acceso directo. También se mostrará la potencia activa exportada para cada CT. Se describirá claramente si tanto la energía como la potencia son importadas o exportadas. También se mostrará la suma total de potencias activa y reactiva.

INVERSORES: Esta pantalla mostrará valores de tensión AC y DC, intensidad AC y DC y potencia activa exportada de los inversores, simultáneamente. Para mostrar todos los valores del inversor, cada uno tendrá un acceso directo. También se mostrará la potencia activa exportada para cada CT.

CENTRO DE INVERSION-TRANSFORMACIÓN: Esta pantalla mostrará los contadores AC, analizadores DC, inversores y cajas de string conectadas a cada centro. Los valores mostrados de los contadores AC y de los inversores son idénticos a los referenciados en pantallas anteriores. Cada analizador DC mostrará tensión, intensidad y potencia activa. Cada caja de string mostrará la corriente de cada string y la tensión y temperatura de la caja. Cada dispositivo tendrá un acceso directo para ver todas sus variables.

ESTACIÓN METEOROLOGICA: Esta pantalla mostrará cada canal de todas las estaciones meteorológicas en la planta. Todas las estaciones tendrán un acceso directo para visualizar todas las variables. Todas las células calibradas y piranómetros deberán estar etiquetados con la situación y el uso (por ejemplo, Piranómetro 1 -30º PR o Célula limpia seguidor P04H). Vínculos necesarios en esta pantalla (3) unir todas las irradiaciones de todos los sensores de todas las estaciones en la misma gráfica, unir todas las temperaturas en la misma gráfica y unir todos los datos de las células MET en la misma gráfica.

PARÁMETROS CELULA CALIBRADA: Esta pantalla mostrará los parámetros utilizados en la célula calibrada en esta planta. Permitirá modificar los parámetros para cada sensor de radiación.

SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA ACTIVA: Esta pantalla mostrará las variables necesarias para operar con el sistema de control de potencia activa.

MONITORIZACIÓN DE TEMPERATURA: Esta pantalla mostrará los valores de los dispositivos. Cada dispositivo tendrá un acceso directo para poder visualizar todas sus variables.

TOPOLOGIA MT CENTRO DE CONEXIONES: Esta pantalla mostrará el estado de cada relé e interruptor automático. Cada relé tendrá un acceso directo para visualizar todas sus variables.

TOPOLOGIA MT CENTROS DE INVERSION-TRANSFORMACIÓN: Esta pantalla mostrará el estado de cada relé e interruptor automático de cada CT y del centro de conexiones. Cada relé tendrá un acceso directo para visualizar todas sus variables.

SUBESTACIÓN: Esta pantalla mostrará el estado/parámetro de cada equipo de la subestación. La energía y la potencia se mostrarán claramente como exportada o importada.

PPC & RTU: Esta pantalla mostrará el estado/parámetro de cada señal del PPC & RTU (Estado, límites de regulación, remoto o local, etc.).

Descripción de los informes del SCADA

Con el fin de acceder al histórico de la base de datos, se tendrán al menos, los siguientes informes:

- 1 ud Informe de producción
- 1 ud Informe de PR (performance ratio)
- 1 ud Informe de disponibilidad (requiere la instalación de un servidor SQL dedicado)

El servidor dedicado, donde se genera el informe de disponibilidad, y sus especificaciones se seleccionarán dependiendo del número de dispositivos a monitorizar y sus variables. Se instalará en el Centro de Control de la planta fotovoltaica en un armario tipo rack de 19”.

Todos los informes mostrarán, en la cabecera, fecha y hora del sistema, fecha y hora del comienzo y final del periodo de tiempo seleccionado. A continuación, se realiza una breve descripción de cada informe.

INFORME DE PRODUCCIÓN: Este informe mostrará la producción de la energía generada de cada contador en el periodo de tiempo seleccionado. Se mostrarán también un sumatorio de los contadores AC, el valor del contador MT y un cálculo de pérdidas por transformación y transporte en la línea.

INFORME DE PR: Este informe mostrará el PR (Performance Ratio) de cada contador AC para un periodo de tiempo seleccionado, el informe de PR con el sumatorio de contadores AC en cada línea, el informe de PR referido al contador MT y un PR global de la planta referido a la suma de contadores MT.

INFORME DE DISPONIBILIDAD: Este informe mostrará el cálculo de disponibilidad de cada string, inversor y seguidor (si aplica). Este valor calculado se basa en el número de horas que el string, inversor y seguidor (si aplica) están trabajando en un determinado periodo de tiempo.

Alarmas del SCADA/Eventos

Los sucesos son procesos ejecutados de forma continua por el SCADA para verificar el cumplimiento de ciertas condiciones programadas, dando lugar a una notificación en el VISOR cada vez que dicha condición se cumpla durante un tiempo determinado quedando dicho suceso registrado en la base de datos. El sistema tendrá al menos las siguientes alarmas:

- Alarmas generadas por los dispositivos de campo.
- Alarmas calculadas (producción cero, string abierto, alto viento y posición de defensa, fallo de alimentación en estación meteorológica, fallos en sensores de estación meteo comparado con valores medios, Parada de planta, alta temperatura en inversores o transformadores, producción por debajo del valor medio para string e inversor, etc.).
- Alarmas por fallo de comunicación…

Variables del SCADA

Existirán algunas variables disponibles para uso interno. Con estas variables los usuarios pueden visualizar, por ejemplo, la suma de valores de potencia instantánea en los contadores de AC, sumatorio de energía… Las variables se definirán por KUNTUR INVESTMENTS SL y deberán estar disponibles en el menú de selección del dispositivo como el resto de señales.

Usuarios

El SCADA permite crear diferentes perfiles de usuario. Cada uso tiene una ID diferente y su propia contraseña. Los perfiles de usuario permiten dar o denegar acceso a uno o todos los recursos disponibles. Los recursos gestionables son:

- Dispositivos de campo
- Cálculo de variables
- Pantallas de SCADA
- Informes de SCADA
- Sucesos/Alarmas

Interface de usuario

Los usuarios pueden acceder al sistema a través de un navegador web estándar y su interface se basará en Java y HTML5.

Exportación de datos

Los datos de los informes de dispositivos y alarmas estarán disponibles para ser exportados a Excel.

2.3 SISTEMA SQL

Los sistemas de SCADA están unidos a un sistema de información SQL SERVER. Los datos grabados de los dispositivos de campo, que están almacenados en el SADA, se incorporan también al sistema SQL global de KUNTUR INVESTMENTS SL

Cuando se construye una nueva planta, es necesario añadir todos los dispositivos y definirlos en la base de datos SQL. Además, es necesario programar los equipos para la sincronización de los mismos, este proceso es esencial para la descarga correcta de los datos.

Los datos almacenados de la estación meteorológica se incorporan también al sistema SQL global de KUNTUR INVESTMENTS SL. Esta base de datos se importa desde la base SQL de MeteStation4K (fabricante: Geonica).

Las tareas necesarias para incluir los datos guardados en la planta al sistema de información, serán:

- Registro y configuración de cada dispositivo en la base de datos del SQL SERVER.
- Registro y parametrización del proceso de sincronización de los nuevos dispositivos.
- Registro y ajustes de informes individuales utilizados en cada departamento.

Los suministros necesarios serán:

- Licencia SQL DataExport
- Instalación de licencia de la compañía KUNTUR INVESTMENTS SL
- Sincronización de los equipos con el SCADA
- Cálculo de la disponibilidad de la planta.

2.4 SISTEMA OPC

Para integrar el SCADA local en otro SCADA diferente, será necesario instalar un servidor dedicado en la planta fotovoltaica utilizando un software de OPC específico con su propia licencia.

2.5 SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA ACTIVA

Si la planta fotovoltaica tiene sistema de control de potencia activa, el SCADA será capaz de monitorizar este sistema. Para ello se necesitará ModbusTCP o Modbus/RTU.

2.6 SISTEMA DE PREVISIÓN DE ENERGÍA

El SCADA será capaz de enviar un correo con la previsión de energía producida (a petición de KUNTUR INVESTMENTS SL).

3 REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS DEL SCADA

Para desarrollar el sistema SCADA/SQL es necesario instalar varios dispositivos en la planta cuyos requerimientos se describen a continuación.

Todos los equipos conectados al SCADA se muestran en la pantalla de estado de dispositivos. Esta pantalla deberá mostrar la información relativa a cada equipo: nombre, descripción, dirección IP, puerto, estado y en caso de fallo de comunicación, la fecha de la última conexión con el SCADA.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A MONITORIZAR

Todos los equipos de campo a monitorizar deben disponer de protocolo de comunicación ModbusTCP o Modbus/RTU como se ha mencionado anteriormente.

Los equipos a monitorizar son:

- Inversor
- Contador AC
- Analizador DC
- Temperatura del equipo
- Cajas de string
- Estación meteorológica
- Células calibradas
- UPS
- Relé MT
- Interruptor MT
- Contador totalizador
- Contador SSAA
- Subestación
- Contador AT
- PPC&RTU
- Inversor

Descripción: Es el encargado de transformar la energía eléctrica en corriente continua producida por los generadores fotovoltaicos en energía eléctrica en corriente alterna con valores de voltaje y frecuencia adecuados para su consumo.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet)

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL: 2 minutos

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Potencia activa AC, potencia reactiva, frecuencia, Potencia DC, Intensidad DC, Intensidad AC, Tensión AC, temperatura, alarmas…

- **Analizador DC de inversor**

Descripción: Es el encargado de medir la energía eléctrica en corriente continua producida por los generadores fotovoltaicos a la entrada del inversor.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Intensidad DC, Tensión DC, Potencia DC, Energía DC…

Requisitos de instalación: Es necesario disponer de un punto específico para instalar el shunt. Este equipo debe medir toda la corriente DC a la entrada del inversor. Esa corriente DC fluirá a través del shunt. La precisión mínima del shunt deberá ser 0,15 m<.

- **Monitorización de Temperatura**

Descripción: Este dispositivo medirá, por un lado, la temperatura del relé de protección del transformador del Centro de Inversor-transformador y por otro, la temperatura en el interior del Centro (si aplica).

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Temperatura del transformador y habitáculo, alarmas de temperatura, valor de temperatura que active la ventilación…

- **Stringbox**

Descripción: Es la encargada de conectar en paralelo y proteger las distintas líneas de conexión en serie de varios generadores fotovoltaicos, así como de medir las intensidades de cada línea.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Valores de intensidad y potencia de cada string, Tensión de la caja, Temperatura de la caja, Estado del seccionador, Estado del protector de sobretensiones…

El dispositivo de monitorización deberá ser alimentado por una línea auxiliar y nunca directamente del campo fotovoltaico.

- **Estación meteorológica**

Descripción: Es la encargada de medir y registrar los parámetros meteorológicos de los distintos sensores que tiene conectados.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet), SCADA y Teletrans (Protocolo de Geónica). Deberá tener necesariamente 2 puertos Ethernet, y uno de ellos debe soportar al menos 4 conexiones simultáneas.

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Temperatura ambiente, temperatura de panel, irradiancia, velocidad y dirección del viento, voltaje de la batería, 2 piranómetro, 2 células calibradas…

Instalación: la alimentación en alterna se realizará desde la UPS instalada en el centro de inversor-transformador más cercano.

- **Célula calibrada**

Descripción: Mide los parámetros meteorológicos de los sensores instalados. Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Temperatura de superficie de panel, temperatura ambiente, irradiancia, velocidad del viento…

Instalación: la alimentación en DC se realizará desde el cuadro de medida y comunicación que tendrá alimentación por UPS.

- **UPS**

Descripción: Es el encargado de suministrar energía a aquellos equipos que necesitan mantenerse alimentados cuando se produce un corte en el suministro de la red.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Potencia de salida, capacidad de la batería, tiempo de autonomía de la batería, estado…

- **Relé MT**

Descripción: Controla las protecciones en media tensión de los Centros de Inversor- Transformador.

Protocolo de comunicaciones: Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Estado del seccionador de puesta a tierra, estado del seccionador de línea, estado del interruptor automático, modo operación local/remoto, alarmas, orden de apertura/cierre del interruptor automático …

- **Interruptor MT**

Descripción: Este equipo opera la conexión de la línea MT en el Centro de Inversión- transformación o Subestación. Se utiliza para ABRIR/CERRAR el circuito de media tensión. Deberá estar motorizado para operar remotamente.

Protocolo de comunicaciones: Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Estado del Interruptor Automático, Modo de operación Local/Remoto, Órdenes de apertura/cierre del interruptor, alarmas…

- **Contador MT de línea de conexión**

Descripción: Mide la potencia eléctrica generada en AC por toda la planta fotovoltaica.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL :15 minutos para la variable de energía, 2 minutos para el resto de variables.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia,

Energía activa importada, Energía activa exportada, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva…

- **Contador de SSAA**

Descripción: Mide la potencia eléctrica consumida por toda la planta fotovoltaica. Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL: 15 minutos para la variable de energía, 2 minutos para el resto de variables.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia, Energía activa, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva…

- **Subestación**

Descripción: Transforma la potencia generada en media tensión a alta tensión. Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia, Energía activa, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva, Alarmas…

- **Contador AT**

Descripción: Mide la potencia generada en toda la planta en alta tensión. Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia, Energía activa, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva…

- **PPC & RTU**

Descripción: Recibe datos y consignas de la compañía eléctrica con el fin de cumplir con el correspondiente código eléctrico y responder ante las órdenes de la compañía muy rápido, a través de la respuesta del inversor.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485). Periodo de tiempo de registro en la base de datos de KUNTUR INVESTMENTS SL: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia, Energía activa importada, Energía activa exportada, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva, Orden local y remota, Eventos…

El equipo será capaz de responder al menos 20 veces por segundo, siendo programado de acuerdo al cumplimiento de las diferentes condiciones del Código Eléctrico local.

Equipo recomendado: Ion 8800 (fabricante: Schneider) + PPC (PLC industrial) + RTU (de acuerdo a la especificación del Código Eléctrico).

3.2 DESCRIPCIÓN DEL CUADRO DE MONITORIZACIÓN Y MEDIDA EN CT

Se instalará un cuadro de monitorización en cada CT. Estos cuadros contendrán los siguientes equipos:

- Un Switch gestionable Ethernet-fibra óptica. Formará parte del anillo principal gestionando la red y se interconectará con los switches no gestionables dentro del armario de comunicaciones de cada CT y del Centro de Control. También se conectarán a él otros equipos a monitorizar. Fabricantes recomendados: Lantech, Hirchmann y Moxa.
- 1 Switch Ethernet. A él se conectarán algunos equipos a monitorizar.
- Casettes de FO: el primero y el segundo tendrán la función de interconectar los diferentes CT, cada uno con el anterior y el siguiente para la conexión del anillo de fibra óptica.
- [4…7] Conversores TCP2RS+ o TCP1RS+RS485/Ethernet (fabricante recomendado: Circutor).
- 1 Contador Cirwatt B clase 0,5 (fabricante: Circutor) utilizado para medir los parámetros de corriente en AC para cada línea de inversor.
- 1 Regleter Weidmüller para medida del contador AC.
- 1 Fuente de alimentación 24V/2.5 para alimentación de los equipos en DC.
- 1 Termostato + kit de ventilación para regular la temperatura en el interior del cuadro.
- 1 Interruptor magnetotérmico 2 polos 6A, curva C.
- 1 Interruptor diferencial 25A 30mA.
- [10…15] Bases portafusibles para protección de equipos en el interior del cuadro.

La estación meteorológica se monitorizará a través de dos puertos de comunicaciones Ethernet ModbusTCP, y se conectará al switch instalado en el cuadro de monitorización más cercano.

El tendido de cable de comunicaciones deberá estar separado del cable de potencia. Es necesario evitar problemas de comunicaciones.

3.1 SERVIDOR LOCAL EN PLANTA

El servidor instalado en el centro de control se utilizará para la aplicación del SCADA local. El servidor debe contener, al menos:

- Procesador Intel Xeon e5-2603v3 6 Core, caché 15MB, 1.60 GHz.
- 16 GB RAM DDR3 1333MHz.
- 2 HDD SATA – 1 Terabyte
- Tower to Rack Conversion Kit.
- Windows server 2012 Standard ROK. English.
- Pantalla led 21”.
- License top value insight control.
- Hard disk 1 Terabyte SATA 7200rpm (repuesto)
- 8 GB RAM DDR3 1333MHz (repuesto)
- Sistema backup: HP RDX Removable disk backup system + 2x (1TB) disk cartridge.

3.2 PV PLANT WORKSTATION

La workstation que se instalará en el centro de control, se utilizará por el equipo de mantenimiento de la planta para visualizar y operar el SCADA. La workstation deberá disponer de, al menos:

- HP Probook – 15.6” – Core i5 5200U/4GB/500HDD o similar.
- Windows 7 professional 64 bits + windows office 2013 home and business (English)
- Acceso a las herramientas web desarrolladas por KUNTUR INVESTMENTS SL Estas herramientas (calendario) deberán ser utilizadas durante la operación y el mantenimiento (O&M).

3.3 BACKUP

Con el fin de asegurar la integridad de la base de datos del SCADA local, se instalará un sistema de copia de seguridad compuesto por un software de copias de seguridad y por un soporte físico de las mismas:

- HP copy System external docking station with USB 3.0
- 1 TB HP tape cartridge (x2)
- Fireproof security box.

4 CONDICIONES GENERALES

Será necesario cumplir con todos los requisitos para garantizar la operación del sistema SCADA/SQL. Estos requisitos se han descrito en puntos anteriores.

Los requerimientos generales serán:

- Una conexión a internet dedicada utilizada únicamente por el SCADA remoto y el sistema SQL en el Centro de control de KUNTUR INVESTMENTS SL. Sus características dependerán del número de variables y dispositivos a monitorizar. Se prohíbe el uso de esta conexión para cualquier otro propósito.
- Una conexión a internet dedicada utilizada por el SCADA local, workstation de mantenimiento.
- Un armario rack de 19” instalado en el centro de control de la planta, en un espacio separado y adecuadamente ventilado.
- Un servidor SCADA instalado en el centro de control de la planta. Este servidor deberá cumplir con los requerimientos descritos.
- Un servidor SQL instalado en el centro de control de la planta.
- Un SQL dataExport de Circutor instalado en el centro de control de la planta.
- Un servidor OPC instalado en el centro de control de la planta (si necesario).
- Una UPS que garantice la alimentación de los equipos críticos instalados en el Centro de control de la planta.
- El centro de control deberá estar interconectado con los centros de inversión- transformación mediante un anillo de fibra óptica.
- Se instalará un armario de monitorización y medida en cada centro CI-CT. Este armario tendrá todos los equipos necesarios para garantizar la comunicación con los equipos de campo a monitorizar.
- Todos los equipos de campo que deban ser monitorizados deberán disponer de protocolo de comunicación ModbusTCP o Modbus/RTU.
- Los equipos a monitorizar deberán cumplir con lo especificado en el presente documento.

- El sistema SCADA de la planta deberá cumplir con los requisitos especificados en este documento.
- Se instalará un PPC & RTU exclusivo para el control de la planta de acuerdo con el Código Eléctrico del país (si necesario).

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO IX. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	Emisión inicial	10/07/2024	Y.R.G.	R.C.C.	A.M.S.
01	Modificación LE / vallado por vía pecuaria	13/12/2024	Y.R.G. / J.C.R.	R.C.C.	A.M.S.
02	Modificación por requerimiento de compañía I-DE	01/09/2026	R.C.C.	A.M.S.	A.M.S.

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES Y OBJETO 4

1 ANTECEDENTES Y OBJETO

La compañía KUNTUR INVESTMENTS SL está interesada en la promoción de un parque solar fotovoltaico en las inmediaciones del municipio de TORREJÓN DE ARDOZ y de su consecuente infraestructura eléctrica de interconexión a la red de distribución. KUNTUR INVESTMENTS SL tiene la concesión de un punto de conexión a la red de distribución de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. para una Planta Solar fotovoltaica de 3.500KW.

Con el objeto de describir y cuantificar los tipos de afecciones de la planta fotovoltaica “PF CASABLANCA”, se indican en los siguientes apartados el listado pormenorizado con la relación de bienes y derechos afectados, así como los planos correspondientes.

											LÍNEA EVACUACIÓN - TRAMO SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (EXTERNA AL VALLADO)				LÍNEA EVACUACIÓN - TRAMO AÉREO DE MEDIA TENSIÓN (EXTERNA AL VALLADO)					CENTRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL		
									A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
ID PARCELA	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m^2)	USO	ID	PLANTA FV (ÁREA VALLADO) (m^2)	VIALES DE ACCESO (EXTERNO AL VALLADO) (m^2)	LESMT (m)	SERVIDUMBRE PERMANENTE LESMT (m^2)	SERVIDUMBRE DE PASO LESMT (m^2)	SERVIDUMBRE DE TEMPORAL LESMT (m^2)	LEAMT (m)	ID APOYO	SERVIDUMBRE PERMANENTE LEAMT Sup.Apoyos (m^2)	SERVIDUMBRE DE VUELO LEAMT (m^2)	SERVIDUMBRE DE TEMPORAL LEAMT (m^2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO) (m^2)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO + ACERA) (m^2)	OCUPACIÓN PLENO DOMINIO (A + B + E + I + J) (m^2)
1	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	7	28148A015000070000BD	37.931	Agrario C	-	32.554,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32.554
2	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	8	28148A015000080000BX	21.214	Agrario C	-	16.418,53	132,86	46,13	18,45	138,39	184,52	0,00	-	0,00	0,00	0,00	19,23	50,10	16.740
3	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	9005	28148A015090050000BJ	1.576	Agrario VT	CAMINO	0,00	0,00	3,59	1,44	10,77	14,36	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11
4	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	10	28148A015000100000BD	41.339	Agrario CR	-	0,00	0,00	46,10	18,44	138,30	184,40	0,00	Apoyo privado paso aereo-subterráneo	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00	142

- **Planta**: Área ocupada por el vallado o vallados.
- **Camino**: Área del camino EXTERNO al vallado (no incluido el interno).
- **LESMT**: LONGITUD de la línea subterránea de media tensión (evacuación), solamente tramo EXTERNO al vallado.
- **Servidumbre Permanente LESMT:** Área ocupada por la zanja de la LISBT/LESMT, solamente tramo EXTERNO al vallado.
- **Servidumbre de Paso LESMT:** Área ocupada por la servidumbre de la LISBT/LESMT, solamente tramo EXTERNO al vallado.
- **Servidumbre Temporal LESMT:** Área ocupada por la servidumbre temporal de la LISBT/LESMT, solamente tramo EXTERNO al vallado.
- **Servidumbre vuelo LEAMT:** Área ocupada por la servidumbre de vuelo de la LEAMT, solamente tramo EXTERNO al vallado.
- **Ocupación Pleno Dominio:** Área total usada por la planta fotovoltaica por parcelas, equivalente al área interna del vallado, el área del camino de acceso externa al vallado, el área de la servidumbre de paso de la línea LESMT y LEAMT externa al vallado y el área del CTPMC (edificio + acera).

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO X. JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 JUSTIFICACIÓN 4

2 CONSULTA URBANÍSTICA MUNICIPAL 5

1 JUSTIFICACIÓN

Como se ha indicado en la memoria del proyecto, la planta se haya situada en el Término Municipal de TORREJÓN DE ARDOZ, provincia de MADRID (España).

Para la redacción del proyecto de ejecución, así como tramitación de la Autorización Administrativa, se ha solicitado el INFORME DE COMPATIBILIDAD URBANÍSTICA. Con dicha solicitud y con el posterior informe de Compatibilidad Urbanística quedará justificado urbanísticamente el proyecto, en base a las leyes vigentes y planes de ordenación territorial de TORREJÓN DE ARDOZ, cumpliendo el proyecto con todo o reflejado en dicho Informe de Compatibilidad y con Plan General de Ordenación Urbana de TORREJÓN DE ARDOZ.

2 CONSULTA URBANÍSTICA MUNICIPAL

A continuación, se adjunta la documentación relativa a la compatibilidad urbanística, a fecha de la firma de este proyecto.

Ayuntamiento de Torrejón de Ardoz

REGISTRO TELEMÁTICO

JUSTIFICANTE DE ENTRADA EN REGISTRO

A fecha de martes 17 octubre 13:54:00 CEST 2023 se ha efectuado, telemáticamente, el apunte que sigue en el LIBRO GENERAL DE REGISTRO DE ENTRADA de esta Entidad.

Datos Generales:

Nº Anotación	Fecha y Hora de Entrada	Fecha y Hora de Presentación
2023-47143-E	17/10/2023 13:54	martes 17 octubre 13:54:00 CEST 2023

Interesado/s:

Interesado	Documento	Relación
D/ NEXER SOLAR SL	Cif: B88236096	TITULAR
Domicilio	**C.P.**	**Municipio (Provincia)**
AVENIDA de Bruselas Número 31 Planta 1 Puerta 5	28108	ALCOBENDAS (MADRID)

Asunto:

Asunto	Modalidad
URBANISMO	Consulta urbanística
Extracto, Explicación	
Solicitud de Informe de Compatibilidad Urbanística para Instalación Fotovoltaica en Suelo conectada a la Red de Distribución de la zona. Se adjunta escrito de solicitud formal y plano con indicación de la superficie sobre la que se realiza la consulta.	

Destinos de la anotación:

Destino
URBANISMO

Documentos Aportados:

Nombre	Resumen Digital	Código de Verificación	Obl.
resumenSolicitud_1188616941611731966.txt	A24329CD5D2603AD8D73E4FEDDBC24C55E88A616	2115L-9YRUJ-HFBZQ	SI
SOLICITUD_ICU_PF_CASABLANCA.pdf	B31FAB70466DC69F4340E01CEC6A5AE817DAAC77	QUIHY-QCSXD-YEOIS	NO

En Ayuntamiento de Torrejón de Ardoz a martes 17 octubre 13:54:00 CEST 2023

Se expide el presente recibo gratuito, en conformidad con lo establecido en el artículo 159 del Reglamento de Organización, Funcionamiento y Régimen Jurídico de las Entidades Locales, aprobado por Real Decreto 2568 / 1.986, de 28 de Noviembre

Esta es una copia impresa del documento electrónico (Ref: 3647494 6VE64-2VQWW-7FYGG CFD120C73CB8C42A21A3C0175C859D7C6B6B3EC7) generada con la aplicación informática Firmadoc. El documento no requiere firmas. Mediante el código de verificación puede comprobar la validez de la firma electrónica de los documentos firmados en la dirección web: https://sede.ayto-torrejon.es

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO XI. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 ALCANCE 4

2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO Y EMPLAZAMIENTO 5

3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 6

4 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD EN M³ Y T DE CADA TIPO (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002) 7

4.1 CLASIFICACIÓN RESIDUOS 7
4.2 CODIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN (M³ Y T DE CADA TIPO SEGÚN ORDEN MAM/304/2002) 9

5 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE DICHOS RESIDUOS 11

6 OPERACIONES ENCAMINADAS A LA POSIBLE REUTILIZACIÓN, SEPARACIÓN Y VALORIZACIÓN DE ESTOS RESIDUOS 12

7 PLANOS DE INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAJE, MANEJO, SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS 17

8 PLIEGO DE CONDICIONES 18

8.1 PRESCRIPCIONES GENERALES 20
8.2 PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER PARTICULAR 21

9 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS Y DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES "IN SITU" 25

1 ALCANCE

El Presente documento recoge el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción del Proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica PF CASABLANCA de acuerdo con el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

Así, en el presente Estudio se realiza una estimación de los residuos que se prevé se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra.

De acuerdo con el RD 105/2008, el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 4, comprende el siguiente contenido:

1) Identificación de los residuos que se van a generar y estimación de la cantidad en m³ y t de cada tipo (según Orden MAM/304/2002).
2) Medidas para la prevención de dichos residuos.
3) Operaciones encaminadas a la posible reutilización, separación y valorización de estos residuos.
4) Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc.
5) Pliego de Condiciones.
6) Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs y destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "in situ".

2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO Y EMPLAZAMIENTO

Los terrenos donde se ubicará la planta solar fotovoltaica pertenecen al término municipal de TORREJÓN DE ARDOZ, en la provincia de Madrid.

El Parque Solar fotovoltaico tendrá una **potencia pico de 4.753,8 kWp** y una **potencia nominal de 3.600 KWn**, estará formado por 1 Centro de Transformación, protección, medida y control de 4.200 kVA con un total de 12 inversores de 300 kW. En este Centro de transformación, protección, medida y control se dispondrán de la aparamenta eléctrica y equipos de protección necesarios, denominando al centro como **Centro de Transformación, protección medida y control (CTPMC).** El generador fotovoltaico completo estará constituido por un total de 9.480 módulos fotovoltaicos de la marca TRINA TSM-NEG21C.20 695W, con potencia pico total de de 4.753,8 kWp. La capacidad máxima (MW) estimativa como valor correspondiente a la potencia con la que se valora la capacidad de acceso y que se corresponde con el máximo valor de potencia activa producible por la instalación de acuerdo a la definición del Reglamento (UE) 631/2016 es de **3,5 MWn.** La siguiente tabla recoge los datos principales de la Planta solar:

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
Provincia	Madrid
Longitud (X)	460.848,22 m E
Latitud (Y)	4.480.484,07 m N
Huso	30
RESUMEN PLANTA FV	
Tipo de Instalación de generación de electricidad	b.1.1
Tecnología	Solar Fotovoltaica
Capacidad de Acceso Concedida	3.500 kW
Potencia Pico Total (DC) (paneles)	4.753,8 kWp
Potencia Nominal (AC) (inversores)	3.600 kW
No. total de paneles	6.840 ud
No. total de strings en paralelo	228 ud
No. Paneles en serie por string	30 ud
EQUIPOS PRINCIPALES	
Módulo Fotovoltaico	
Modelo	TRINA TSM-NEG21C.20 (Bifacial)
Potencia	695 W
Inversor	
Modelos	HUAWEI 330KTL-H1
Potencias	300 kW
Estructura	
Tipo	Fija
Configuración	2Vx30 (60 Módulos) 2Vx15 (30 Módulos) 2Vx8 (15 Módulos)

3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La fase de construcción de la planta solar fotovoltaica consistirá en:

Fase 1: Obra Civil

- Preparación de los terrenos.
- Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.
- Construcción de los accesos y viales internos.
- Excavaciones zanjas para cables.
- Cimentación de bastidores de las estaciones (Centro de inversores / transformación).
- Hincado de la estructura soporte de los paneles fotovoltaicos.
- Vallado perimetral de la instalación.
- Sistema de vigilancia

Fase 2: Montaje.

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.

Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.

Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, el movimiento de tierras en las zonas donde se tenga que realizar se minimizara en la manera de lo posible, para realizar la mínima gestión de las tierras.
- El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos no precisa de cimentaciones de hormigón.

Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

4 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD EN M³ Y T DE CADA TIPO (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

4.1 CLASIFICACIÓN RESIDUOS

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.
Atendiendo a las características del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra. Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación.

La vegetación afectada, corresponde mayoritariamente a tierras arables, encinares y olivares.

Es posible que, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, porque la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

Las zanjas a realizar para los cables tendrán unas dimensiones aproximadas de 0,60 m de profundidad y 0,50 m de ancho. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido.

Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes. Se incluyen también los restos de asfaltado de viales.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

En el apartado 4.3 se adjuntan las tablas donde se recoge la clasificación de los residuos generados en la obra de acuerdo con el código europeo de residuos recogido en la Orden MAM/304/2002 y la estimación de cada tipo de residuo.

4.2 CODIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN (M³ Y T DE CADA TIPO SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

La primera actividad en la construcción será el desbroce de los terrenos de implantación.

A continuación, se procederá a las excavaciones para los viales, y las zanjas de cables entre cada seguidor.

De existir excedentes una vez realizado el movimiento de tierras, debería ser gestionado convenientemente.

Seguidamente se llevan a cabo el resto de actividades propias de la obra civil y posteriormente el montaje y las pruebas.

Para la estimación de los diferentes volúmenes de residuos en obra nueva se partirá del siguiente porcentaje en peso (%) de generación de los diferentes residuos:

LER	Tipo de residuo	Cantidad m^3	% total	Densidad (t/m3)	Cantidad Tn
19 12 09	Arena, grava y otros áridos	102,6	16,7%	1,7	174,4
17 01 01	Hormigón	34,2	5,6%	2,4	82,1
15 01 03	Madera	58,7	9,5%	0,6	35,2
17 04 05	Metales	14,0	2,3%	7,5	105,0
15 01 01	Cartón	251,0	40,7%	0,05	12,5
15 01 02	Plástico	154,0	25,0%	0,03	4,6
19 03 06	Residuos peligrosos	0,5	0,1%	0,8	0,4
	Residuos sólidos urbanos	1,0	0,2%	1,0	1,0
TOTAL		615,9	100,0%		415,2

La evaluación del volumen aparente de RCD's de las tipologías III, IV y V se calcula a partir de la superficie construida. En ausencia de datos más contrastados, se adopta el criterio de utilizar parámetros estimativos.

Una parte de la construcción y montaje es modular, viniendo los diferentes elementos en piezas que se ensamblan en la obra.

En referencia al volumen de extracción de tierra vegetal se advierte que no se realizara ningún desbroce general. Se realizará solo en las zonas de cimentación de los centros de transformación, de las cuales la tierra vegetal resultante se reutilizará en la propia parcela.

En relación con los movimientos de tierras, se advierte que no existirá ningún movimiento de tierras para nivelar la parcela. La planta fotovoltaica se instalará con el terreno natural.

5 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE DICHOS RESIDUOS

Como medidas para la prevención de los residuos en obra, se pueden diferenciar tres etapas:

- Diseño del proyecto
- Planificación de las compras y subcontrataciones
- Operaciones u actividades propias de la obra.

Diseño del Proyecto

Como principal actividad en la minimización de la generación de los residuos se ha establecido que el balance de tierras en los movimientos de tierras y explanaciones sea el mínimo posible.

En el proyecto de esta Planta Solar Fotovoltaica, se podrá reutilizar gran parte de las tierras de excavación en rellenos, no obstante, si existiera un excedente deberá ser enviado a graveras de la zona o a vertederos.

Otro aspecto del diseño que influye en la minimización de los residuos es la aplicación modular. El diseño y construcción de los componentes principales de la planta fotovoltaica, como son los paneles solares es completamente modular. Ello no sólo reduce los costes de construcción sino de transporte y gestión de los residuos. Los útiles para el transporte son homogéneos y pueden ser reutilizados y los materiales vienen en tramos a ensamblar reduciéndose los sobrantes.

Planificación de las compras y subcontrataciones

A la hora de abordar las compras y subcontrataciones se especifica la minimización de envases y embalajes, el empleo de útiles de transporte reciclables o reutilizables, así como otras medidas encaminadas a la minimización de residuos.

Operaciones y actividades propias de la obra

Se establecen obligaciones contractuales con los subcontratistas para la minimización y segregación de los residuos, tales como las establecidas en el capítulo 8 de este estudio.

6 OPERACIONES ENCAMINADAS A LA POSIBLE REUTILIZACIÓN, SEPARACIÓN Y VALORIZACIÓN DE ESTOS RESIDUOS

Dentro de este apartado se contempla las operaciones encaminadas a la posible reutilización, separación y valorización de los residuos generados en la obra, especialmente en lo relativo a la segregación en fracciones.

Se debe diferenciar entre deposición de los residuos, su reutilización, su reciclaje y los tratamientos especiales que puedan requerir.

Deposición de los residuos

Los residuos que no son valorizables son en general depositados en vertederos.

Por otro lado, hay residuos de naturaleza tóxica o contaminante y, por lo tanto, resultan potencialmente peligrosos. Por esta razón los residuos deben disponerse de manera tal que no puedan causar daños a las personas ni a la naturaleza y que no se conviertan en elementos agresivos para el paisaje.

Reutilización

Es la recuperación de materiales sobrantes de la obra con las mínimas transformaciones posibles.

La reutilización no solamente reporta ventajas medioambientales sino también económicas. Los elementos constructivos valorados en función del peso de los residuos poseen un valor bajo, pero, si con pequeñas transformaciones o mejor, sin ellas, pueden ser regenerados o reutilizados directamente, su valor económico es más alto. En este sentido, la reutilización es una manera de minimizar los residuos originados, de forma menos compleja y costosa que el reciclaje.

Es habitual la reutilización de tierras sobrantes como material de relleno o árido necesario para viales o rellenos. También la madera suele ser un elemento típicamente reutilizable.

Reciclaje

Es la recuperación de algunos materiales que componen los residuos, sometidos a un proceso de transformación en la composición de nuevos productos.

La naturaleza de los materiales que componen los residuos de la construcción determina cuáles son sus posibilidades de ser reciclados y su utilidad potencial. Los residuos pétreos - hormigones y obra de fábrica, principalmente- pueden ser reintroducidos en las obras como granulados, una vez han

pasado un proceso de criba y machaqueo. Los residuos limpios de hormigón, debido a sus características físicas, tienen más aplicaciones y son más útiles que los escombros de albañilería.

En función de su volumen, también puede considerarse el reciclaje de envases y embalajes, vidrio, y metales.

Tratamiento especial

Consiste en la recuperación de los residuos potencialmente peligrosos susceptibles de contener sustancias contaminantes o tóxicas a fin de aislarlos y de facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada.

También forman parte de los residuos de construcción algunos materiales que pueden contener sustancias contaminantes, e incluso tóxicas, que los llegan a convertir en irrecuperables. Además, la deposición no controlada de estos materiales en el suelo constituye un riesgo potencial importante para el medio natural. Por ello, los materiales potencialmente peligrosos deben ser separados del resto de los residuos para facilitar el tratamiento específico o la deposición controlada a que deben ser sometidos. Siempre es necesario prever las operaciones de desmontaje selectivo de los elementos que contienen estos materiales, la separación previa en la misma obra y su recogida selectiva.

Segregación de residuos en obra

El RD 105/2008 establece en su artículo 4, apto.1, sección a), punto 4º, que cuando de forma individualizada para cada una de las fracciones de residuos que se listan seguidamente, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades, se ha de realizar la segregación de residuos por fracciones:

- Hormigón: 80’0 t
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40’0 t
- Metal: 2’0 t
- Madera: 1’0 t
- Vidrio: 1’0 t
- Plástico: 0’5 t
- Papel y cartón: 0’5 t

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan, tal como se realizará en el proyecto objeto de este estudio.

En lo que respecta a la reutilización, ya se indicó en el capítulo anterior el empleo de las tierras de excavación en rellenos, así como la especificación en compras del empleo de útiles de transporte para su reutilización.

En relación a la segregación de residuos, se ha previsto dentro del emplazamiento diferentes áreas para llevar a cabo tal actividad. Los residuos, en función de su naturaleza podrán estar dispuestos directamente sobre el terreno, en contenedores y sacos o bien, para el caso de los peligrosos, en contenedores homologados, para su posterior retirada por un Gestor autorizado.

Se han previsto las siguientes áreas y medios para la segregación y almacenamiento de los residuos:

- Áreas de contenedores de segregación de residuos no pétreos:
  - Contenedores de papel/vidrio/embalajes
  - Contenedores de RSU
  - Contenedores restos maderas
  - Contenedores ferrallas

- Áreas de contenedores de segregación de residuos pétreos:
  - Contenedores y/o acopios de tierras /gravas / arenas

- Área recogida restos hormigones y limpieza de canaletas
  - Zona de limpieza canaletas hormigonera y restos de hormigones

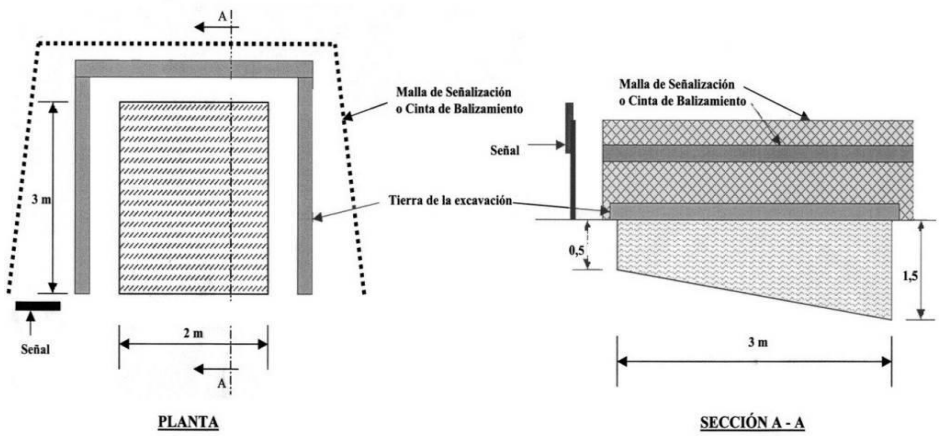
- Área de Almacenamiento Residuos Peligrosos
  - Almacén de residuos peligrosos

Estas zonas se recogen en los planos del presente proyecto, concretamente en el plano *1030-GE-INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONA DE ACOPIO*.

Se ha definido una zona para la limpieza de canaletas y recogida de restos de hormigón.

En la figura siguiente se muestra un esquema de esta actuación:

ZONA DE LIMPIEZA DE CANALETAS DE HORMIGONERAS



Existe también una única zona centralizada para el almacén de residuos peligrosos. El almacén deberá estar techado, tener el suelo impermeabilizado y con bordes para contener los posibles derrames. En este almacén se seguirán las siguientes instrucciones:

- Los residuos peligrosos se separarán adecuadamente y se evitará las mezclas, lo que dificultaría su gestión.
- Los tipos de residuos se envasarán y etiquetarán en recipientes homologados. El periodo de almacenamiento no podrá superar los seis meses.
- La cesión de los residuos siempre se realizará a un gestor autorizado de residuos peligrosos.
- Se guardará la documentación relativa a la entrega de los residuos al gestor durante al menos 5 años.
- Se llevará un registro de los residuos producidos y gestionados y destino de los mismos.

Para los contenedores de segregación de residuos no peligrosos e inertes se ha previsto el emplazamiento aproximadamente cerca del acceso a la planta fotovoltaica y dentro de su perímetro. Estos contenedores o zonas de contenedores podrán variar a lo largo del avance de la obra y estarán próximos a las zonas de las obras donde se generen los residuos.

Para las zonas de acopios de tierras, gravas y arenas se han distribuido ocho emplazamientos en el contorno y zona interior del parque. Al final de los movimientos de tierras, todos los excedentes de tierras de excavación habrán sido reutilizados en los rellenos. Si bien próximos, estos

almacenamientos deberán delimitarse para no mezclar materiales y que puedan convertirse en inservibles y den lugar a un residuo.

Todas las áreas de residuos estarán perfectamente balizadas y señalizadas, debiéndose reponer los medios de balizamiento y señalización cuando se requiera.

Destino residuos

El destino de todos los residuos generados en las obras serán plantas autorizadas de tratamiento y gestión de los residuos y vertederos autorizados, salvo las tierras de excavación que como se comentó serán reutilizadas en los propios rellenos. El proceso siempre será a través de gestor autorizado.

Las operaciones de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen, mejoran las posibilidades de valorización de los residuos, ya que facilitan el reciclaje o reutilización posterior. También se muestran imprescindibles cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento, de tal forma que no se mezclen con otros no peligrosos.

Esta segregación permite que los restos metálicos segregados en contenedores específicos, tal y como se ha dispuesto en este estudio, puedan ser valorizados. De igual forma, los restos de madera pueden ser reutilizados o cedidos.

7 PLANOS DE INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAJE, MANEJO, SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

En el documento de planos del presente proyecto se recoge un plano *1030-GE-INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONA DE ACOPIO* donde se muestran las diferentes áreas e instalaciones para la segregación y almacenamiento de los residuos, tal y como se ha explicado en el capítulo anterior.

8 PLIEGO DE CONDICIONES

De acuerdo con la reglamentación de aplicación es necesario diferenciar entre diferentes agentes en el cumplimiento de los requisitos legales. Al final de este capítulo se incluyen las prescripciones particulares a incluir en el proyecto para la gestión de los residuos, si bien antes se describen las obligaciones indicadas.

Para el Productor de Residuos. (Artículo 4 RD 105/2008):

a) Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un "estudio de gestión de residuos", el cual ha de contener como mínimo:
   - Estimación de los residuos que se van a generar.
   - Las medidas para la prevención de estos residuos.
   - Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
   - Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc.
   - Pliego de Condiciones
   - Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos, en capítulo específico.

Este Estudio es el alcance del presente documento.

b) Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación se debe guardar al menos los 5 años siguientes.
c) Si fuera necesario, por así exigírselo, constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Licencia, en relación con los residuos.

Para el Poseedor de los Residuos en la Obra. (Artículo 5 RD 105/2008):
En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

- Presentar ante el promotor un Plan que refleje como llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla el mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente.
- Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quién es el Gestor final de estos residuos.

- Dicho Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.
- Mientras se encuentren los residuos en su poder, los debe mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas.
- Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.
- Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.
- El contratista deberá asegurar la capacitación medioambiental de todo el personal que se encuentre bajo su responsabilidad y cuyo trabajo pueda incidir directa o indirectamente sobre el medio ambiente, especialmente en lo relativo a la correcta gestión de los residuos generados en la obra.
- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
- Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.
- Fomentar y animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.
- Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.
- Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan donde deben depositar los residuos.
- Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales nuevos.

Para el personal de obra:

Los mismos se encuentran bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos.

- El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos.

- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a derrames de residuos.

A continuación, se indican las especificaciones a incluir en los pliegos de prescripciones técnicas del proyecto relativas al almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

8.1 PRESCRIPCIONES GENERALES

Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de MAYO o sus modificaciones posteriores.

El Contratista partirá del presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción como base para la redacción del Plan de Gestión de residuos que reflejará cómo llevar a cabo las obligaciones que le incumben en cuanto a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el apartado 4.1 del artículo 3, así como las del artículo 5 del RD 105/2008.

El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.

Certificación de la correcta gestión de los residuos

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad, los certificados y documentaciones de la entrega de los residuos a gestor autorizado. En el caso de que la cesión se realice a un gestor que sólo se dedique a la recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de cesión debe figurar el gestor de valorización o de eliminación final, que debe estar autorizado.

Orden y limpieza de la obra y correcta segregación y almacenamiento de residuos.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros y otros residuos, como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean

necesarias. Mientras los residuos se encuentren en su poder, debe mantenerlos en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que pudieran dificultar o impedir su posterior valorización o eliminación.

8.2 PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER PARTICULAR

El Contratista deberá disponer de los recursos necesarios, tanto humanos como económicos, para asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental en todo momento y particularmente en la correcta gestión de los residuos generados en la obra.

Control logístico de los residuos generados

En líneas generales los residuos que se generarán durante la obra se pueden clasificar en tres categorías:

- Residuos urbanos y asimilables: Cartones, embalajes, plásticos y envases vacíos que originariamente contuvieran productos no peligrosos.
- Residuos inertes y no peligrosos: Maderas, palets de maderas, chatarra metálica, ferralla, escombros y material de obra no peligroso (yesos, ladrillos, cementos y hormigones).
- Residuos peligrosos: aceites usados, trapos impregnados con grasas y aceites, tierras contaminadas, siliconas, disolventes, desengrasantes, baterías gastadas, fluorescentes, lámparas de mercurio o sodio, pinturas en base disolvente, y en general, cualquier residuo con sustancias químicas peligrosas.

El contratista deberá proceder a la segregación de los residuos generados:

- Cartones y papeles
- Material plástico de envases rígidos, enfardados y retractilados
- Maderas y palets de madera
- Chatarra y ferralla
- Escombros y material de obra no peligroso
- Residuos peligrosos (aceites usados, tierras contaminadas, trapos contaminados, disolventes, desengrasantes, baterías gastadas, fluorescentes y lámparas de Hg/Na.)

Almacenamiento:

El contratista habilitará zonas diferenciadas para el almacenaje de las diferentes categorías de residuos definidas. Dichas zonas deberán estar adecuadamente señalizadas e identificadas con carteles que permitan su lectura desde una distancia aproximada de 10 metros.

- Los residuos peligrosos se almacenarán bajo techado y de manera que no puedan entrar en contacto productos incompatibles entre sí (p.e.: sustancias inflamables próximas a sustancias comburentes). Salvo excepciones debidamente justificadas, aquellos residuos peligrosos de naturaleza líquida y los envases que lo contienen estarán en el interior de un recinto hormigonado limitado por un borde perimetral levantado aproximadamente 20 cm del suelo que actuará como sistema de contención de derrames en caso de rotura de un bidón o contenedor.
- Los Contratistas deberán habilitar los elementos necesarios para asegurar la correcta segregación y almacenamiento de los residuos generados (acondicionamiento del terreno, bidones, contenedores, carteles y señales, etc.) y su correcto mantenimiento (reposición de balizas, sacos defectuosos, etc.)
- Los Contratistas se encargarán de realizar las tramitaciones necesarias para gestionar los residuos fuera de las instalaciones (contacto con transportistas y gestores autorizados). Como norma general, los residuos urbanos, asimilables a urbanos e inertes se enviarán a entidades que primen la reutilización de los residuos sobre el reciclado y éste sobre la valorización. Siempre que sea posible, se evitará el envío a vertederos autorizados.

En ningún caso, se permitirá el envío a vertederos no autorizados o ilegales.

Control documental de los residuos generados

Actuaciones para los RSU y asimilables, residuos no peligrosos e inertes: Se enviarán a centros de reutilización, reciclaje, valorización o eliminación (por este orden), siendo el contratista responsable de asegurar el cumplimiento de la legislación vigente durante el circuito comprendido entre la recogida en las instalaciones y la gestión en el centro receptor. El contratista registrará la naturaleza y cantidades recogidas en la ficha de campo correspondiente. Así mismo, asegurará que las operaciones de carga de los residuos en los camiones se realizan correctamente y documentará cada fase del circuito con albaranes de recogida, entrega y certificados acreditativos de la gestión final del residuo.

Actuaciones para los residuos peligrosos: El contratista cumplirá con los requisitos legales medioambientales establecidos en la normativa vigente sobre gestión de residuos peligrosos. Como norma general, se enviarán a centros gestores autorizados de residuos peligrosos a través de transportistas autorizados. El contratista registrará la naturaleza y cantidades recogidas en la ficha de campo correspondiente. Así mismo, asegurará que las operaciones de carga de los residuos en los camiones se realizan correctamente. A continuación se indican los aspectos más relevantes:

- Los contratistas deberán disponer del documento de aceptación de los residuos peligrosos expedido por el gestor autorizado correspondiente. Así mismo, se encargarán de solicitar el número de registro otorgado por la Consejería oportuna para la gestión de los residuos peligrosos correspondientes y vigilarán que dicho permiso esté en vigor.
- Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).
- Correcta cumplimentación del documento de identificación que acompañará al residuo desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino.
- El transportista que recoja los residuos peligrosos deberá estar autorizado para el transporte de residuos peligrosos. Al igual que para el caso de los gestores autorizado, se les exigirá el número de registro otorgado por la Consejería correspondiente para el transporte de los residuos peligrosos y se revisará que dicho permiso esté en vigor.

Finalmente, el contratista exigirá un certificado acreditativo de la gestión final del residuo peligroso. Los contratistas se encargarán de ponerse en contacto y contratar los servicios de recogida, envío y gestión de los residuos generados.
El contratista proporcionará los certificados acreditativos de la gestión efectuada a los residuos:

- Solicitud de albaranes de recogida de residuos urbanos, asimilables e inertes por transportistas autorizados.
- Copia de las autorizaciones de transportistas y gestores (vigilar su vigencia).
- Copia de la aceptación de los residuos peligrosos por parte de los gestores autorizados.
- Copia de las notificaciones de envío a los gestores autorizados.
- Copia de los documentos de identificación de residuos peligrosos correspondiente.

<u>Retirada de escombros y residuos en obras de demolición y preparación de los terrenos</u>

- Los residuos generados como consecuencia de la demolición de los edificios y de la limpieza de la parcela deberán ser segregados según los anteriormente indicados.
- Las obras de demolición de las edificaciones e infraestructuras existentes se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, empleo de estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.
- Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valorizables (cerámicos, mármoles...).

- Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinteras v demás elementos que lo permitan, que puedan segregarse para facilitar su posterior reutilización o reciclado.

<u>Desmantelamiento de instalaciones y limpieza de la zona de obras</u>

El Coordinador Ambiental comunicará a los contratistas los requisitos que deberán cumplir para llevar a cabo el desmantelamiento de instalaciones temporales e infraestructuras de obra.

Las actividades que se deberán ejecutar una vez finalizada la fase de construcción son las siguientes:

- Desmantelamiento de infraestructuras auxiliares, instalaciones y estructuras fijas temporales.
- Retirada y limpieza de escombros, materiales sobrantes (láminas de geotextiles, materias primas, etc.) y residuos (ferralla, tuberías, cables, madera, botes, etc.). La segregación se realizará de acuerdo a las indicaciones precedentes.
- Retirada de suelos contaminados por vertidos o derrames de aceites o grasas y tratamiento posterior como residuo peligroso.

9 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS Y DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES "IN SITU"

Los subtotales del coste de gestión de los residuos de la obra la Planta Solar Fotovoltaica se recogen en la siguiente tabla:

Capítulo	*Ud*	*Resumen*	*CanPres*	*PrPres*	*ImpPres*
08.01	m3	Transportes de residuos inertes con camión. Madera	58,72704811	1,45 €	85,15 €
Transporte con camión de residuos inertes de madera producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta.					
08.02	m3	Transportes de residuos inertes con camión. Plástico	153,9599706	2,10 €	323,32 €
Transporte con camión de residuos inertes plásticos producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta.					
08.03	m3	Transportes de residuos inertes con camión. Papel y cartón	250,9713478	1,30 €	326,26 €
Transporte con camión de residuos inertes de papel y cartón, producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición ex- terna a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta.					
08.04	m3	Transportes de residuos inertes con camión. Metales	13,99463179	11,3	158,14 €
Transporte con camión de residuos inertes metálicos producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta.					
08.05	m3	Transportes de residuos inertes con camión. Mezcla sin clasificar	136,779337	1,95 €	266,72 €
Transporte con camión de residuos inertes de mezcla sin clasificar producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 10 km de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta.					
08.06	m3	Canon de vertido a gestor autorizado. Madera	58,72704811	17,35 €	1.018,91 €
Canon de vertido por entrega de residuos inertes de madera producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición ex- terna a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir el transporte.					
08.07	m3	Canon de vertido a gestor autorizado. Plástico	153,9599706	27,71 €	4.266,23 €
Canon de vertido por entrega de residuos inertes plásticos producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir el transporte.					
08.08	m3	Canon de vertido a gestor autorizado. Papel y cartón	250,9713478	15,90 €	3.990,44 €
Canon de vertido por entrega de residuos inertes de papel y cartón, producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir el transporte.					
08.09	m3	Canon de vertido a gestor autorizado. Metales	13,99463179	15,85 €	221,81 €
Canon de vertido por entrega de residuos inertes metálicos producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición ex- terna a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir el transporte.					
08.10	m3	Canon de vertido a gestor autorizado. Mezcla sin clasificar	136,779337	54,96 €	7.517,39 €
Canon de vertido por entrega de residuos inertes de mezcla sin clasificar producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Sin incluir el transporte.					
		Total	1		18.174,39 €

Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO XII. PLAN DE EJECUCIÓN

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

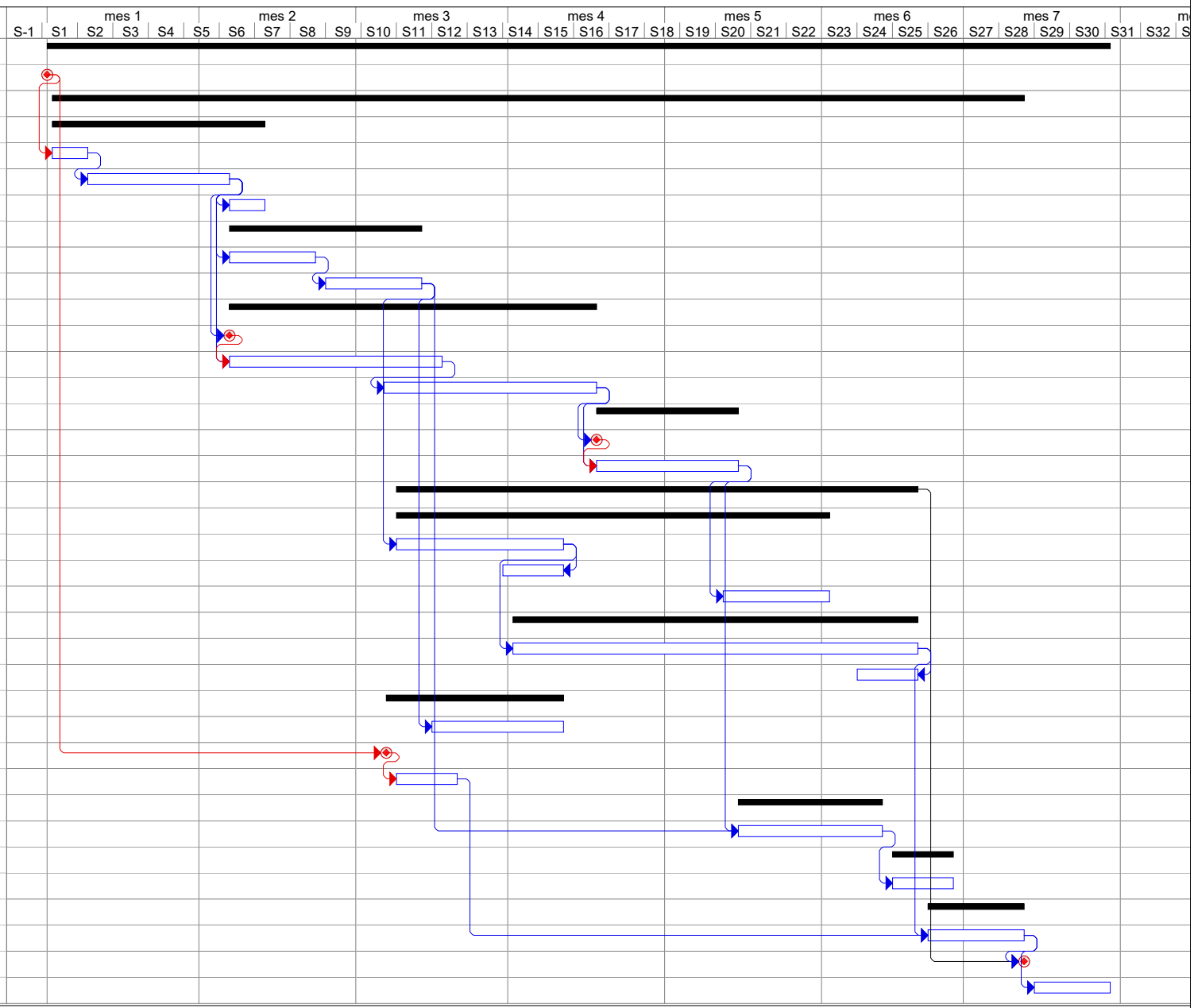
1. PLAN DE EJECUCIÓN..... 4

1. PLAN DE EJECUCIÓN

A continuación, se detalla el plan de ejecución para la construcción de la planta fotovoltaica.

PLAN DE EJECUCIÓN
CENTRAL FOTOVOLTAICA "PF CASABLANCA"

Id	Nombre de tarea
1	**Proyecto PF CASABLANCA**
2	Acta de Reemplateo
3	**Construcción**
4	**Acondicionamiento del terreno**
5	Topografía, delimitación obra
6	Acondicionamiento de Viales y accesos
7	Red de drenajes
8	**Excavación y canalizaciones**
9	Apertura de zanjas y edificios
10	Arquetas y tubos de protección
11	**Instalación Estructura**
12	Suministro Estructura
13	Colocacion Hincados
14	Montaje Estructura
15	**Instalación Módulos Fotovoltaicos**
16	Suministro de Paneles.
17	Colocación de paneles
18	**Instalación eléctrica Baja Tensión**
19	**Instalación parte generación**
20	Cableado y elementos de conexión
21	Cuadros, Armarios y Protecciones
22	Conexionado de paneles
23	**Instalación parte consumos para consumos**
24	Cableado y elementos de conexión
25	Cuadros, Armarios y Protecciones
26	**Instalación Eléctrica Media Tensión**
27	Cableado y conexionado MT
28	Suministro de Inversores.
29	Edificios
30	**Sistema de Seguridad**
31	Cableado e instalación de cámaras y equipos
32	**Sistema de Monitorización**
33	Cableado y conexión para equipos
34	**Interconexion**
35	Instalacion celda proteccion Sala Electrica
36	Fin de obra
37	**Puesta en Marcha**



Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO XIII. JUSTIFICACIÓN DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 JUSTIFICACIÓN DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4

1.1 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA 5
1.2 DATOS DE PARTIDA 5
1.3 CRITERIO TÉRMICO Y FÓRMULAS DE CÁLCULO 8
1.4 RESULTADOS NUMÉRICOS 9
1.5 EXTRACTOR INSTALADO – VERIFICACIÓN 9
1.6 APORTES DE AIRE – REJILLAS INSTALADAS Y VERIFICACIÓN 10
1.7 DISPOSICIÓN, CONTROL Y MANTENIMIENTO 10
1.8 CONCLUSIÓN 11

1 JUSTIFICACIÓN DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Los edificios prefabricados de hormigón se encuentran ensayados en laboratorios donde el fabricante certifica que la ventilación forzada, en este caso, es la idónea para la potencia del transformador a instalar, en este caso la ventilación la certifica el fabricante para una potencia instalada de 4.200 kVA.

El local estará provisto de ventilación forzada para evitar la condensación y refrigerar los transformadores. El uso de ventilación forzada se debe a la imposibilidad de garantizar una evacuación suficiente de aire que cumpla con las condiciones de funcionamiento de los equipos haciendo uso de una ventilación natural. Se empleará varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible. En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamable, condición que se cumple pues el centro de transformación está ubicado en un terreno rural.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada de agua IP23D según Norma UNE-EN 62271-202. En cuanto a las rejillas y equipos de evacuación de aire, sus dimensiones, caudal y superficie mínima necesaria para una correcta renovación de aire se justifican en el Anexo de Cálculos.

En este proyecto, el centro será prefabricado, con el diseño realizado según el fabricante el cual cumple con la normativa vigente.

El Edificio prefabricado en el proyecto será del tipo Ormazabal, modelo ENVOLVENTE PFU-7 1T VENTILACIÓN FORZADA. El diseño y cálculo del edificio es realizado y certificado por el fabricante del centro prefabricado.

1.1 Documentación de referencia

- Protocolo de ensayo del transformador (pérdidas P_o, Pk; Vcc; niveles acústicos).
- Ficha técnica del extractor S&P HCTB/4-560-B (curva caudal-presión, datos eléctricos y acústicos).
- Plano del CT prefabricado Ormazabal PFU-7 (disposición de puertas y rejillas).
- IEC 60076 (Transformadores de potencia).

1.2 Datos de partida

- Centro PFU-7.
  - Dimensiones interiores aproximadas 8.08 × 2.38 × 3.24 m;
  - Volumen V ≈ 62.3 m³.

- Ubicación:
  - Torrejón de Ardóz (Madrid).

- Transformador: 4.200 kVA, 20 kV / 800 V, Dy11, 50 Hz, KNAN.

Concepto	Valor	Unidad
Potencia nominal	4.200	kVA
Tensión AT / BT	20 / 800	kV / V
Frecuencia	50	Hz
Refrigeración	KNAN	-
Pérdidas en vacío P_o	2,38	kW
Pérdidas en carga Pk (75°C)	39,50	kW
Tensión de cortocircuito Vcc	6	%
Corriente AT	240,56	A
Corriente BT	3969,28	A
Nivel sonoro (LpA)	71	dB(A)
Factor de carga de diseño F	0,70	-
Pérdidas auxiliares	2.5	kW

- Sistema de ventilación:
  - sistema de ventilación forzada Extracción forzada tipo chimenea en cubierta con extractor S&P HCTB/4-560-B (230V 50Hz, IP65, clase F). integrado en rejillas de ventilación. Incluso termostato para disparo del sistema de ventilación forzada

Parámetro	Valor	Unidad	Notas
Modelo	HCTB/4-560-B	-	S&P
Tensión / Frecuencia	230 / 50	V / Hz	
Grado de protección	IP65	-	
Clase térmica	F	-	
Diámetro del impulsor	560	mm	
Caudal de referencia (baja Δp)	8,500	m^3/h	Conservador para verificación
Nivel presión sonora (1 m)	≈69	dB(A)	Según ficha
Montaje	Cubierta	-	Tipo chimenea
Regulación	Termostato + contactor	-	Recomendado

S&P

HCTB/HCTT

5113505100 - HCTB/4-560-B (230V50HZ) VE - EXTRACTORES DE TEJADO

Ventilador helicoidal de tejado en extracción con cubo central de aluminio y álabes de plástico+fibra de vidrio, sombrero de aluminio y base en acero galvanizado, motor monofásico - IP65 , marca S&P modelo HCTB/4-560-B (230V50HZ) VE.

Punto requerido

Caudal	-
Presión Estática	0,000 Pa
Temperatura	20 °C
Altitud	0 m
Densidad	1,2 Kg / m³
Frecuencia	50 Hz

Construcción

Diámetro impulsión	560 mm
Tamaño ventilador	560
Palas	7
Peso	60,30 kg

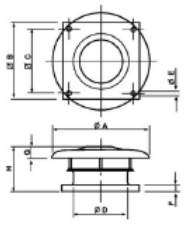
Características del motor

Número de Polos	4
Tensión	1~230V-50Hz
Índice de protección	IP65
Clase motor	F

Punto de trabajo

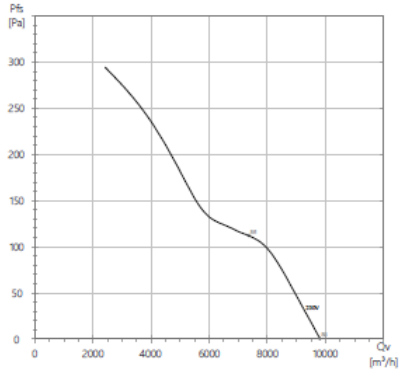
Velocidad ventilador	1200

Dimensiones (mm)



ØA	B	C	ØD	ØE	F	G	H
1150	905	750	560	14	50	165	488

Curva(s)



Características acústicas

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
Aspiración (LwA)	58	65	75	82	83	82	76	69	88
Aspiración LpA @ 1m	47	54	64	71	72	71	65	58	77
Descarga (LwA)	53	65	70	72	75	74	71	63	80
Descarga LpA @ 1m	42	54	59	61	64	63	60	53	69

- Rejillas instaladas: Rejillas de para ventilación de aire situadas adecuadamente en las paredes del prefabricado para favorecer ventilación forzada del mismo, con grado de protección IP 23D, según UNE 20324:1993, según planos del proyecto
  - Lateral A 60×50 cm;
  - Lateral B 60×50 cm;
  - Puerta trafo 90×50 cm;
  - Trasera 90×50 cm.

Ubicación	Dimensiones (m)	Área geom. (m²)	ϕ (–)	Área libre (m²)	Observaciones
Lateral A	0.60 × 0.50	0.300	0.60	0.180	
Lateral B	0.60 × 0.50	0.300	0.60	0.180	
Puerta Trafo	0.90 × 0.50	0.450	0.60	0.270	
Trasera (detrás del trafo)	0.90 × 0.50	0.450	0.60	0.270	
Totales	—	1.500	—	0.900	

1.3 Criterio térmico y fórmulas de cálculo

Se adopta un salto térmico admisible respecto al exterior de: ΔT = 10 K.

Potencia térmica a evacuar (estado estacionario):

$$\boldsymbol{Q = P_0 + P_k \cdot F^2 + P_aux}$$

Caudal de extracción requerido (ventilación forzada):

$$\boldsymbol{V = Q / (\rho \cdot c_p \cdot \Delta T)}$$

Renovaciones de aire por hora:

$$\boldsymbol{ACH = V_h / V_sala}$$

Condición de velocidad en rejillas y áreas equivalentes:

$$\boldsymbol{A_free,req = V / v_max}$$
$$\boldsymbol{A_geom,req = A_free,req / \varphi}$$

Sensibilidad de temperatura con un caudal instalado V̇_inst:

$$\boldsymbol{\Delta T = Q / (\rho \cdot c_p \cdot V_inst)}$$

Donde:

- *Q: potencia térmica (kW)*
- *P_0: pérdidas en vacío (kW)*
- *P_k: pérdidas en carga (kW)*
- *F: factor de carga (p.u.)*
- *P_aux: pérdidas auxiliares (kW)*
- *V̇: caudal de aire (m³/s o m³/h)*

- *ρ: densidad del aire (kg/m³)*
- *c_p: calor específico (kJ/kg·K)*
- *ΔT: salto térmico (K)*
- *V_sala: volumen de sala (m³)*
- *ACH: renovaciones por hora (1/h)*
- *A_free: área libre (m²)*
- *A_geom: área geométrica (m²)*
- *φ: factor de área libre*
- *v_max: velocidad límite (m/s)*
- *V̇_inst: caudal del extractor (m³/s)*

1.4 Resultados numéricos

P_o = 2.382 kW;
$P_k \cdot F^2$ = 13.635 kW (F=0.70);
P_aux = 2.5 kW.

Q = 18.52 kW.
$\dot{V} \approx 1.535$ m³/s = 5,528 m³/h.
ACH ≈ 89 renov/h (V_sala ≈ 62.3 m³).

1.5 Extractor instalado – verificación

Extractor: S&P HCTB/4-560-B (230V 50Hz, IP65, clase F).
Caudal nominal considerado ≈ 8,500 m³/h a baja pérdida de carga.

Comparativa:
requerido 5,528 m³/h vs. instalado 8,500 m³/h → margen ≈ 54 % (antes de pérdidas de carga).

Sensibilidad a plena carga (F=1): ΔT con V̇_inst ≈ 11.5 K.

1.6 Aportes de aire – rejillas instaladas y verificación

Inventario y áreas (ϕ = 60%):

ID	Ubicación	Dimensiones (m)	Área geom. (m²)	Área libre (m²)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)
L1	Lateral A	0.60 × 0.50	0.300	0.180	1,106	1.71
L2	Lateral B	0.60 × 0.50	0.300	0.180	1,106	1.71
L3	Puerta Trafo	0.90 × 0.50	0.450	0.270	1,658	1.71
L4	Trasera (detrás del trafo)	0.90 × 0.50	0.450	0.270	1,658	1.71

Área geométrica total instalada: 1.50 m²; área libre total: 0.90 m².
Área libre mínima exigida por v≤2.0 m/s: A_free,req = 0.768 m² (A_geom,req = 1.280 m²).
Comparativa:
A_free_inst = 0.900 m² ≥ A_free,req = 0.768 m² → cumple con margen ≈ 17 %.

1.7 Disposición, control y mantenimiento

- Tomas de aire bajas (lateral y puerta) y extracción alta por cubierta para favorecer el barrido térmico.
- Malla antiroedores en rejillas y, preferentemente, compuerta antirretorno.
- Control por termostato con señal de alarma; protección magnetotérmica y diferencial del motor.
- Mantenimiento: limpieza semestral de rejillas/sombrerete y verificación anual de vibraciones y aprietes.

1.8 Conclusión

La solución de ventilación forzada mediante extractor en chimenea, con las rejillas instaladas, asegura el caudal necesario para evacuar Q = 18.52 kW con ΔT = 10 K. Se verifica suficiencia del extractor y cumplimiento del criterio de velocidad/área en rejillas, resultando una solución técnicamente adecuada y conforme.

Verificación global de ventilación

Magnitud	Valor	Unidad	Comentario
Q (potencia térmica)	18.52	kW	$P_o + P_k \cdot F^2 + P_aux$
$\dot{V}$ requerido	5,528	m^3/h	ΔT=10 K
ACH (renovaciones/h)	89	1/h	V_sala ≈ 62.3 m^3
A_free,req por v≤2 m/s	0.768	m^2	
A_free_instalado	0.900	m^2	
Margen por área libre	17	%	A_inst vs A_req
Extractor instalado	8,500	m^3/h	Margen ≈ 54%
ΔT con $\dot{V}$_inst (F=1)	11.5	K	Sensibilidad a plena carga

El fabricante del edificio para el centro de transformación propuesto en este proyecto, en este caso de la marca Ormazabal o similar, certifica y garantiza, según la normativa vigente que le diseño del edificio prefabricado y su ventilación es adecuada para la potencia del transformador y sus aparamenta.

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ANEXO XIV. MEDIDA EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL (CTPMC)

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL
Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, MADRID

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1. OBJETO 4

2. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELECTRICA 5

1.1.1 CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS DE MEDIDA 8

3. CONCLUSIONES 10

1. OBJETO

Este anexo tiene como objeto ampliar el punto 1.4.3 Medida de la energía eléctrica del anexo ANEXO IV. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL (CTPMC) incluyendo por solicitud de i-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. el punto integro 2 de MT 2.80.14.

2. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELECTRICA

Los equipos de medida estarán alojados en un armario homologado destinado a ese uso y a albergar las protecciones necesarias.

Los equipos de medidas, armarios y celdas cumplirán con lo siguiente:

- Los contadores registradores serán acordes al RPM e ITC vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.
- El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).
- Los secundarios de medida de los transformadores de medida serán de uso exclusivo para la medida de los consumos y tránsito de energía (liquidación) en el punto frontera.
- Los transformadores de medida serán del tipo inductivo, se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación, cambio de relación o sustitución ante avería.
- La carga de los transformadores de tensión es conveniente que se aproxime a su potencia nominal. En ningún caso la carga simultánea de los transformadores de tensión estará por debajo del 50 % de su potencia nominal, ni el factor de potencia (cos Fi) será inferior a 0,8. Cuando existan otros devanados secundarios no dedicados a medida, los protocolos de los transformadores de tensión deberán incluir los ensayos que justifiquen que la precisión de la medida es adecuada para el rango de cargas instalado.
- Los protocolos de los transformadores de medida se entregarán al responsable de medida de Iberdrola de la zona e incluirán la carga simultánea de todos sus devanados, de medida y para otros fines.
- Los transformadores de medida de intensidad serán de gama extendida (S). Se recomienda que sean de doble relación, tales que la intensidad correspondiente a la potencia contratada se encuentre entre el 45 % de la intensidad nominal (o 20% para transformadores de clase S) y la intensidad máxima de precisión del transformador. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm2 de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA o que no pueda superar el 75% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad (ambos criterios son válidos).

- Los cables de interconexión entre los transformadores y el armario de medida serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada. Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los t/i y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos. Serán preferentemente del tipo manguera con dos conductores por fase, o con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y seis (6) conductores, o cuatro (4) conductores (ver anexo A) para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión será de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm2.
- Los armarios de medida serán los normalizados por Iberdrola de dimensiones mínimas 750mm x 750mm x 300mm y 750mm x 500mm x 300mm según corresponda por el tipo de instalación. Dispondrán de un dispositivo de verificación por cada contador tipo bloque de prueba de, al menos seis polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de, al menos cuatro polos para el circuito de tensiones o regletero – bornero seccionable equivalente de al menos diez polos que englobe circuito de intensidad y tensión, tal que permita la manipulación en los contadores sin necesidad de interrumpir el suministro.
- El armario se colocará a una altura del suelo entre 70 y 180 cm. Deberá existir una distancia no inferior de 100 cm (pasillo de maniobra) desde la puerta del armario a las celdas de medida.
- Todos los puntos de suministros clasificados como Tipos 1 y 2 dispondrán de telelectura desde el Concentrador Secundario al que se conecte.

Además de todos esto se cumplirá con lo marcado en el ***punto 2 de MT 2.80.14:***

- Todos los elementos de medida estarán sometidos al control metrológico vigente.
- Los contadores registradores serán acordes al RPM e ITC vigentes, según la clasificación de cada punto de medida.
- El sistema de medida será de 4 hilos (con 3 transformadores de medida de tensión y 3 transformadores de medida de intensidad).
- Los secundarios de medida de los transformadores de medida serán de uso exclusivo para la medida de los consumos y tránsito de energía (liquidación) en el punto frontera.
- Los transformadores de medida serán del tipo inductivo, se instalarán de forma que sean fácilmente accesibles para su verificación, cambio de relación o sustitución ante avería.
- En cada transformador de medida se conectará a tierra un punto de su secundario. Si el entronque de la línea de Distribución es por el signo P1 del transformador de medida, se conectará a tierra el punto secundario S2.
- La carga de los transformadores de tensión es conveniente que se aproxime a su potencia nominal. En ningún caso la carga simultánea de los transformadores de tensión estará por debajo

del 50 % de su potencia nominal, ni el factor de potencia (cos ⍰) será inferior a 0,8. Cuando existan otros devanados secundarios no dedicados a medida, los protocolos de los transformadores de tensión deberán incluir los ensayos que justifiquen que la precisión de la medida es adecuada para el rango de cargas instalado.

- Los protocolos de los transformadores de medida se entregarán al responsable de medida de Iberdrola de la zona e incluirán la carga simultánea de todos sus devanados, de medida y para otros fines.
- Los transformadores de medida de intensidad serán de gama extendida (S). Se recomienda que sean de doble relación, tales que la intensidad correspondiente a la potencia contratada se encuentre entre el 45 % de la intensidad nominal y la intensidad máxima del transformador. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- Los transformadores de medida de tensión serán de un valor de relación en primario comprendida entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal de la red a la que se conectan. Las relaciones de transformación serán números enteros y normalizadas.
- Los cables de interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el bloque de pruebas o bornes de verificación a instalar en el armario de medida, serán de una sección mínima de 6 mm2 de tal forma que, para el caso de la interconexión de tensión la caída de tensión sea inferior al uno por mil, y en la de intensidad su carga sea inferior a 4 VA o que no pueda superar el 75% de la carga de precisión de los transformadores de intensidad (ambos criterios son válidos).
- Los cables de interconexión entre los transformadores y el armario de medida serán apantallados, con la pantalla conectada a tierra en el extremo de los transformadores y en el extremo del armario se dejará aislada. Se recomienda que exista una tierra de acompañamiento de sección suficiente para el caso de cortocircuitos a tierra entre la ubicación de los t/i y el devanado primario del transformador de potencia, en este caso se conectará la pantalla a tierra en ambos extremos. Serán preferentemente del tipo manguera con dos conductores por fase, o con cables unipolares por fase. Se utilizarán seis (6) conductores para los circuitos de intensidad y seis (6) conductores, o cuatro (4) conductores (ver anexo A) para los circuitos de tensión. La tensión de aislamiento de dichos cables de interconexión será de 0,6/1kV, serán ignífugos y se instalarán siempre bajo tubo rígido o flexible. El armario deberá estar puesto a la tierra de herrajes del centro a través de un cable de sección mínima de 35 mm2.
- Siempre que sea posible, porque exista escasa distancia entre los transformadores y el armario de medida, los cables de interconexión de medida serán sin solución de continuidad entre los secundarios de los transformadores de medida y el dispositivo de verificación dispuesto en el armario de medida, sin dispositivos de protección y sin cajas intermedias, con tensión de suministro inferior a 20 kV y con una distancia entre los trafos de medida y el armario inferior ó igual a 15m. En tensiones superiores a 20 kV y en distancias superiores a 15 m se instalará una caja de centralización con regleta precintable, en CT lo más cercano a la celda de medida y en las ST intemperie, a pie de los trafos de medida. En el caso de los transformadores de tensión, podrán

disponer de interruptores magnetotérmicos en los circuitos secundarios, siempre que el disparo de estos se controle como una alarma urgente en el telecontrol de un COD de Iberdrola.

- Los armarios de medida serán los normalizados por Iberdrola de dimensiones mínimas 750mm x 850mm x 300mm y 750mm x 500mm x 300mm según corresponda por el tipo de instalación. Dispondrán de un dispositivo de verificación por cada contador tipo bloque de prueba de, al menos seis polos para el circuito de intensidades y otro bloque de pruebas de, al menos cuatro polos para el circuito de tensiones o regletero – bornero seccionable equivalente de al menos diez polos que englobe circuito de intensidad y tensión, tal que permita la manipulación en los contadores sin necesidad de interrumpir el suministro.
- El armario se colocará a una altura del suelo entre 70 y 180 cm. Deberá existir una distancia no inferior de 100 cm (pasillo de maniobra) desde la puerta del armario a las celdas de medida
- Se cumplirán los requisitos de precintabilidad de todos los elementos de medida que lo requieran.
- Todos los puntos de suministros clasificados como Tipos 1 y 2 dispondrán de tele lectura desde el Concentrador Secundario al que se conecte .
- Contarán con una toma de corriente de 230 V de corriente alterna con toma de tierra a menos de 10 metros de distancia de los contadores.
- La medida será siempre accesible y el responsable del punto de medida deberá de garantizar el libre acceso al mismo, según lo dictado en el Art 12 punto D del RD 1110/2007.

1.1.1 Características de equipos de medida

Los equipos de medida instalados en el CTPMC tendrán además las siguientes características:

Contadores-registrador.
El sistema de medida empleado será de cuatro hilos. Los equipos tendrán que utilizar el protocolo de comunicaciones IEC 870.5.102 modificado y homologado por Red Eléctrica.

Equipos Tipo	Contador Activa	Contador Reactiva
2	≤ 0,5 S	≤ 1

El contador registrador a utilizar estará homologado, o dispondrá de autorización de uso y dispondrá de la pegatina de verificación primitiva o verificación en origen del laboratorio con competencia, o en su defecto, la etiqueta de verificación por parte de Industria correspondiente a cada territorio o del órgano competente autorizado.

El punto de medida (Tipo 2) dispondrá de comunicaciones exclusivas, es decir, dispondrá de módem GSM.

Transformador de Tensión.
Como norma general y para Vn ≤ 36 kV, los transformadores de tensión serán de aislamiento seco a base de resinas sintéticas y cumplirán las normas indicadas.

Características:

Tensión nominal de Red (V)	Tensión primaria del t\t.	Tensión más elevada en kV	Tensión secundaria del t\t	Potencia del t\t en VA	Clase de Precisión Medida
20000	22000: √3	24	110: √3	10	0,2

La relación de los transformadores de tensión será 22.000V3/110V3 10VA CL0,2 según la NI72.54.01

Transformadores de Intensidad.
La carga máxima del secundario dedicado a medida fiscal estará comprendida entre el 25% y el 100% de la carga de precisión.

Como norma general, para Vn ≤ 36 kV, los transformadores serán de aislamiento seco.

Características:

Tensión nominal de Red (V)	Tensión primaria del t\t.	Tensión más elevada en kV	Intensidad secundaria nominal (A)	Clase de Precisión			Potencia de Precisión (VA)		
				Medida		Protección	Medida		Protección
20000	22000: √3	24	5-5-5	0,2S	0,5	5P20	10	15	15

La relación de los transformadores de intensidad será 150-300/5-5-5 10VA 0,2S según la NI72.50.01.

Para el dimensionamiento con respecto a la corrosión y a la resistencia mecánica de los electrodos y de las líneas de tierra se seguirán los criterios indicados en el apartado 3 de ITC-RAT-13.

3. CONCLUSIONES.

Se considera expuestas en este anexo el cumplimiento del punto integro 2 de MT 2.80.14.

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

PLANOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

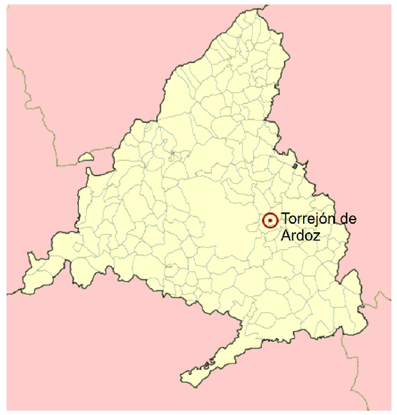
PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**11/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**



PF CASABLANCA
Torrejón de Ardoz

Punto de Conexión

Municipio: Torrejón de Argoz
Provincia: Madrid
Comunidad: Comunidad de Madrid
Pais: España

Referencia Catastral:

28148A015000070000BD
28148A015000080000BX

Polígono: 15
Parcelas: 7 y 8

Total Area Util Vallado: 4,897 Ha
Total Perímetro Vallado: 972 m

Coordenadas (Pto Medio):

X: 460848,2245 Latitud: 40° 28' 26,82" N
Y: 4480484,0668 Longitud: 3° 27' 42,77" O

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1000-GE-DRW-RNX-02-SITUACION.DWG

nexer

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: SITUACIÓN

Nº PLANO: 1000-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:50.000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

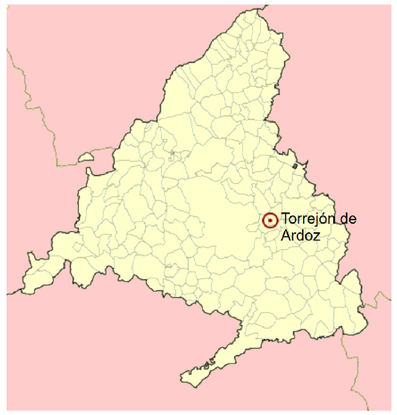
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	25.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación vallado por via pecuaria	12.12.2024	Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1ª-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built



PF CASABLANCA
Torrejón de Ardoz

Punto de Conexión

Municipio: Torrejón de Argoz
Provincia: Madrid
Comunidad: Comunidad de Madrid
País: España

Polígono: 15
Parcelas: 7 y 8

Total Area Util Vallado: 4,897 Ha
Total Perímetro Vallado: 972 m

Referencia Catastral:

28148A015000070000BD
28148A015000080000BX

Coordenadas (Pto Medio):

X: 460848,2245 Latitud: 40° 28' 26,82" N
Y: 4480484,0668 Longitud: 3° 27' 42,77" O

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA
CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: SITUACIÓN

Nº PLANO: 1000-GE
HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0
ESCALA: 1:25.000

DIBUJADO POR:
APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	25.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación vallado por via pecuaria	12.12.2024	Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:
D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582031
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1000-GE-DRW-RNX-02-SITUACION.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1005-GE-DRW-RNX-02-UBICACION CATASTRAL.DWG

nexer

CENTROIDE
UTM/ETRS89. Huso:30

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: UBICACIÓN CATASTRAL

Nº PLANO: 1005-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:2500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	26.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación vallado por vía pecuaria	12.12.2024	Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

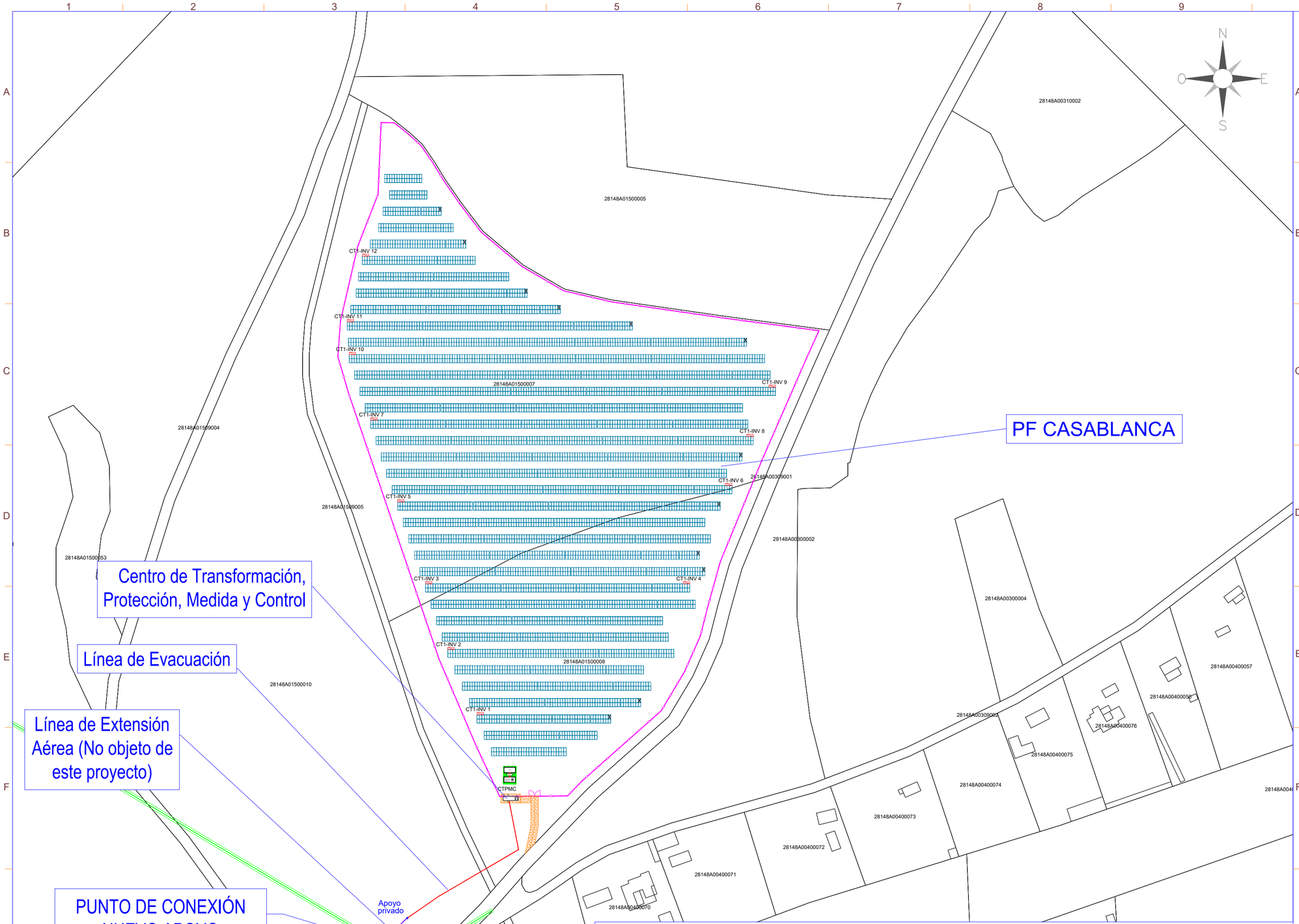
D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built



CT (kVA)	Inversores	Ud Inversor	Modelo	Pot Total Nominal Inver	String/Inv	Panel/serie	Paneles	Pot Panel (W)	Pot Pico (W)	Ratio DC/AC
4200	INV1	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV2	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV3	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV4	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV5	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV6	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV7	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV8	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV9	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV10	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV11	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV12	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
		12		**3600**	**228**		**6840**		**4753800**	**1,3205**

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Espacio mesa sin módulo
	Inversor
	CTPMC
	Vial acceso de Planta
	Línea de Evacuación
	Zona para futura instalación BESS (Battery Energy Storage System)
	Línea Eléctrica Aérea existente
	Apoyo Privado
	Línea de extensión
	Apoyo de conexión

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: LAYOUT GENERAL

Nº PLANO: 1015-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	26.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / Vallado por vía pecuaria	12.12.2024	J.C.R. / Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES

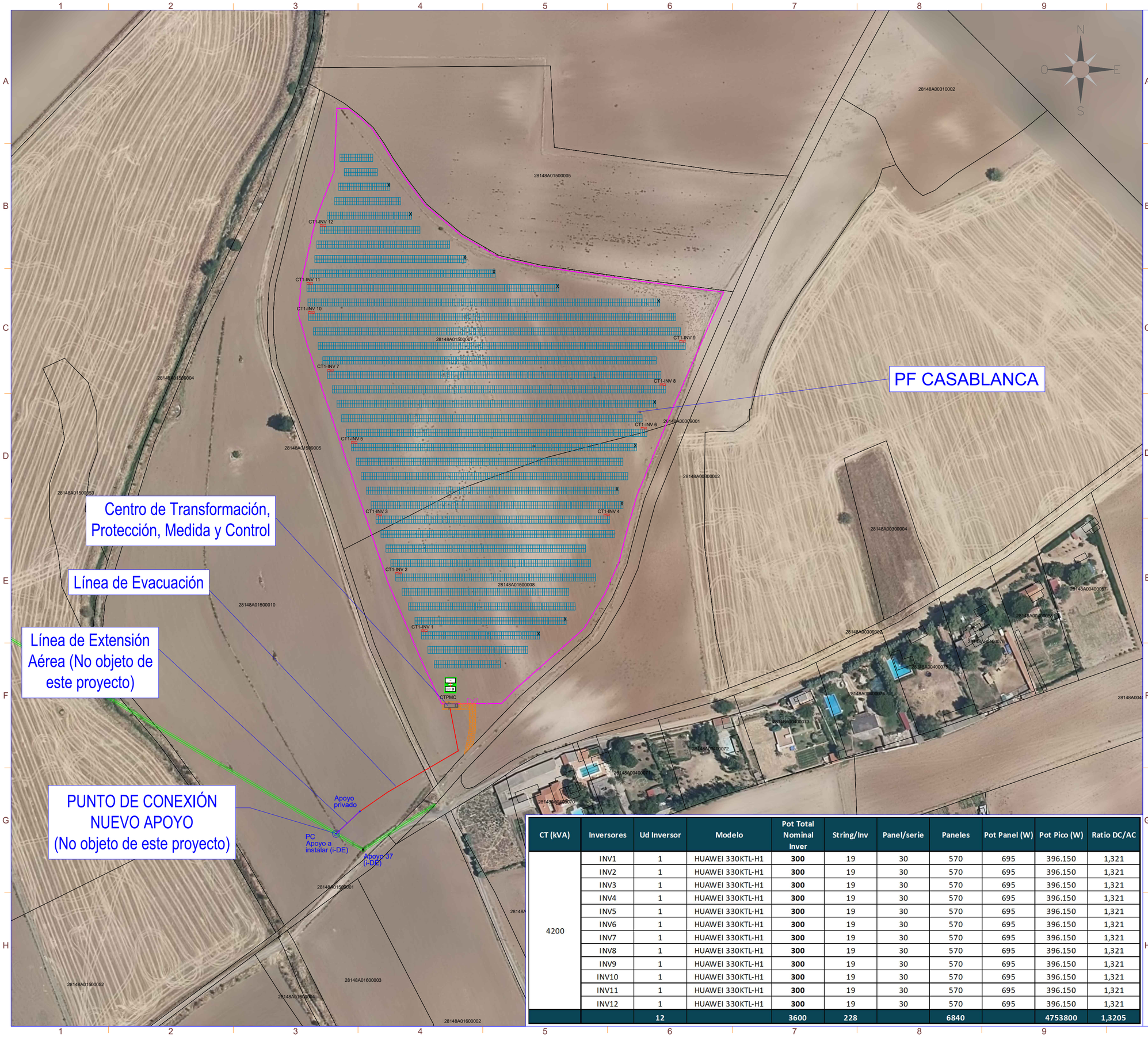
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13566201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1015-GE-DRW-RNX-03-LAYOUT GENERAL.DWG



CT (kVA)	Inversores	Ud Inversor	Modelo	Pot Total Nominal Inver	String/Inv	Panel/serie	Paneles	Pot Panel (W)	Pot Pico (W)	Ratio DC/AC
4200	INV1	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV2	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV3	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV4	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV5	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV6	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV7	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV8	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV9	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV10	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV11	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
	INV12	1	HUAWEI 330KTL-H1	**300**	19	30	570	695	396.150	1,321
		12		**3600**	**228**		**6840**		**4753800**	**1,3205**

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Espacio mesa sin módulo
	Inversor
	CTPMC
	Vial acceso de Planta
	Línea de Evacuación
	Zona para futura instalación BESS (Battery Energy Storage System)
	Línea Eléctrica Aérea existente
	Apoyo Privado
	Línea de extensión
	Apoyo de conexión

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: LAYOUT GENERAL CON ORTOFOTO

Nº PLANO: 1020-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	26.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / Vallado por vía pecuaria	12.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

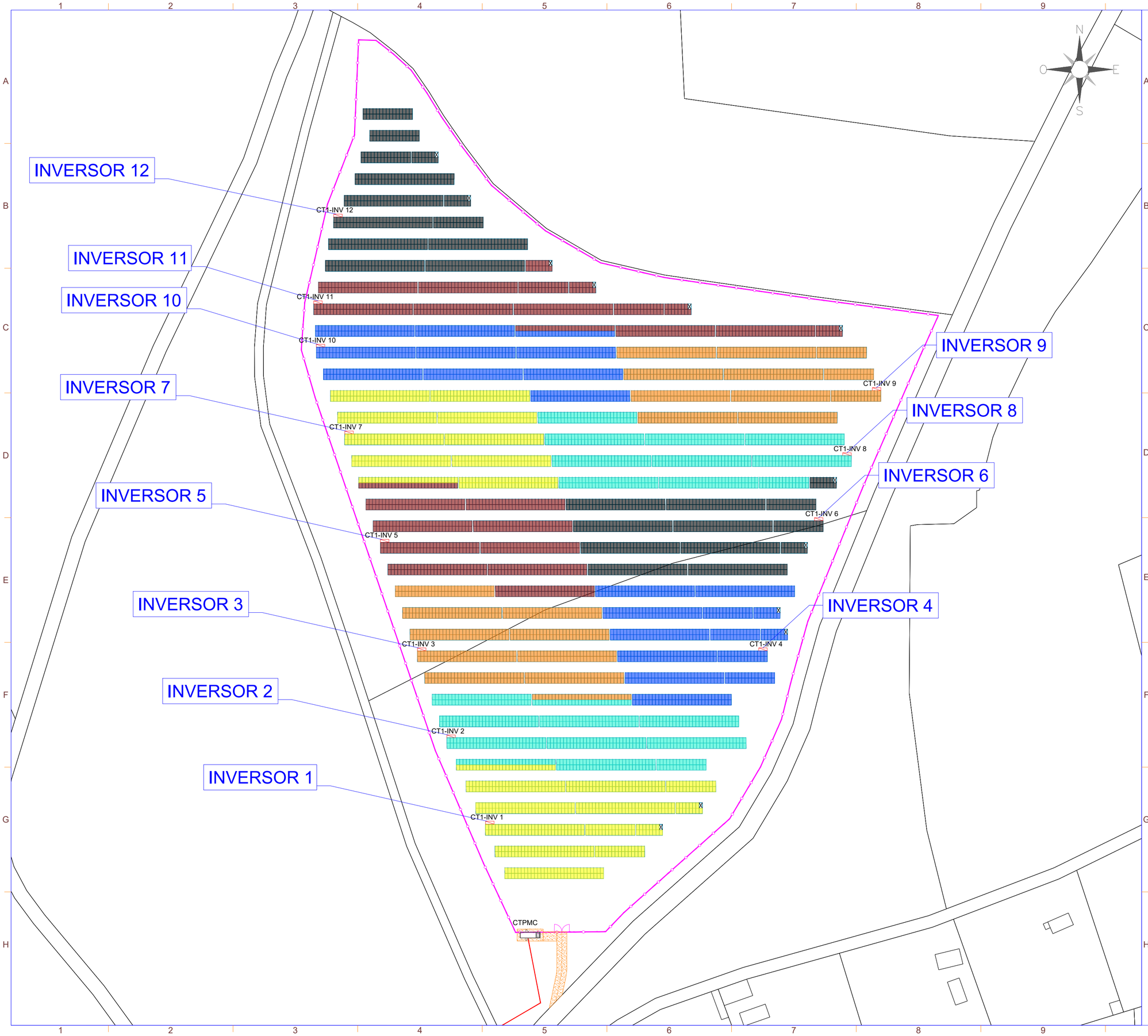
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1020-GE-DRW-RNX-03-LAYOUT GENERAL CON ORTOFOTO.DWG



nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial acceso de Planta
	Línea de Evacuación

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: ZONIFICACIÓN

Nº PLANO: 1025-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	26.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	12.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES

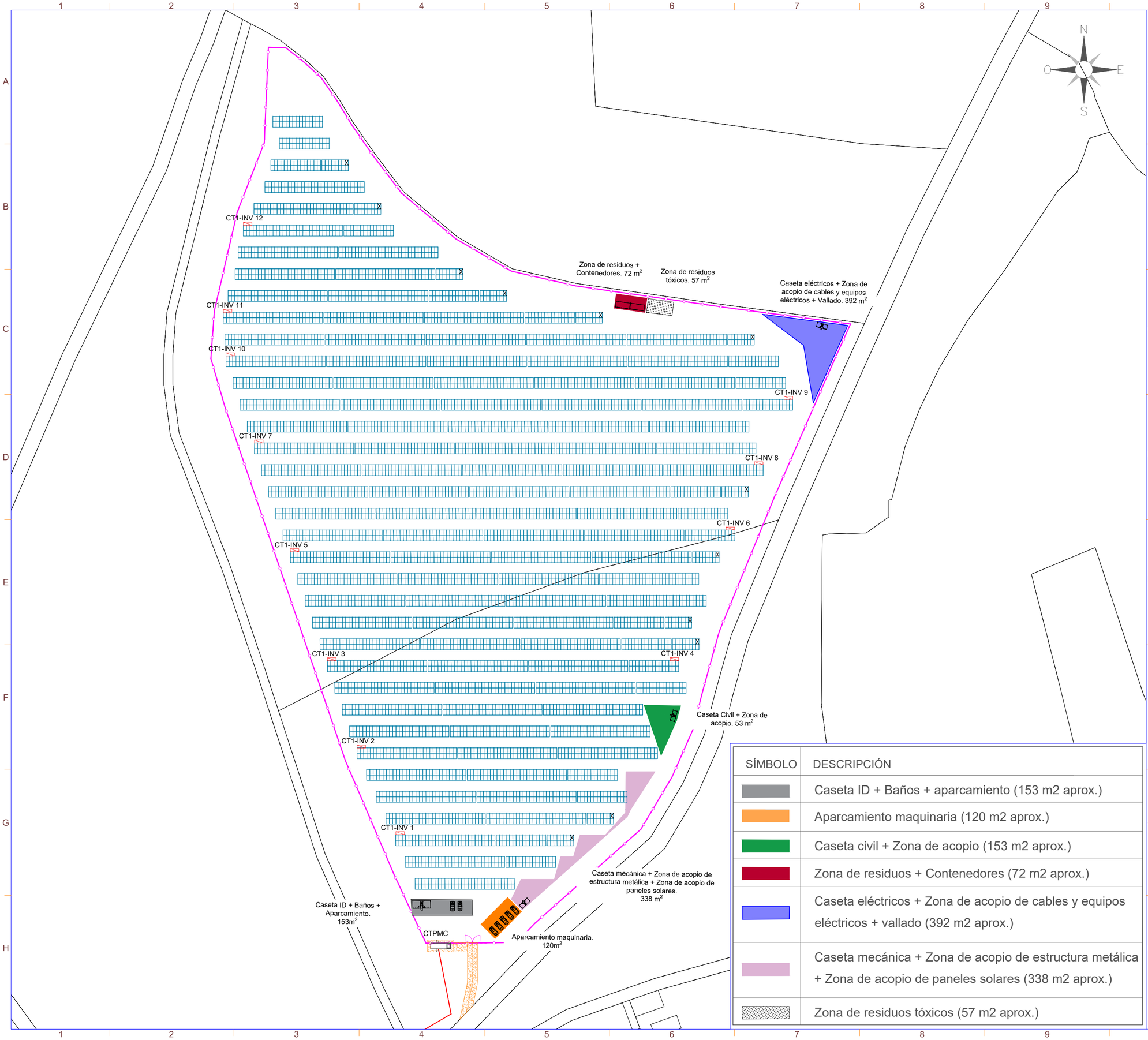
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13566201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1025-GE-DRW-RNX-02-ZONIFICACIÓN.DWG



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Caseta ID + Baños + aparcamiento (153 m2 aprox.)
	Aparcamiento maquinaria (120 m2 aprox.)
	Caseta civil + Zona de acopio (153 m2 aprox.)
	Zona de residuos + Contenedores (72 m2 aprox.)
	Caseta eléctricos + Zona de acopio de cables y equipos eléctricos + vallado (392 m2 aprox.)
	Caseta mecánica + Zona de acopio de estructura metálica + Zona de acopio de paneles solares (338 m2 aprox.)
	Zona de residuos tóxicos (57 m2 aprox.)

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial acceso de Planta
	Línea de Evacuación

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONAS DE ACOPIO

Nº PLANO: 1030-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	26.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	12.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

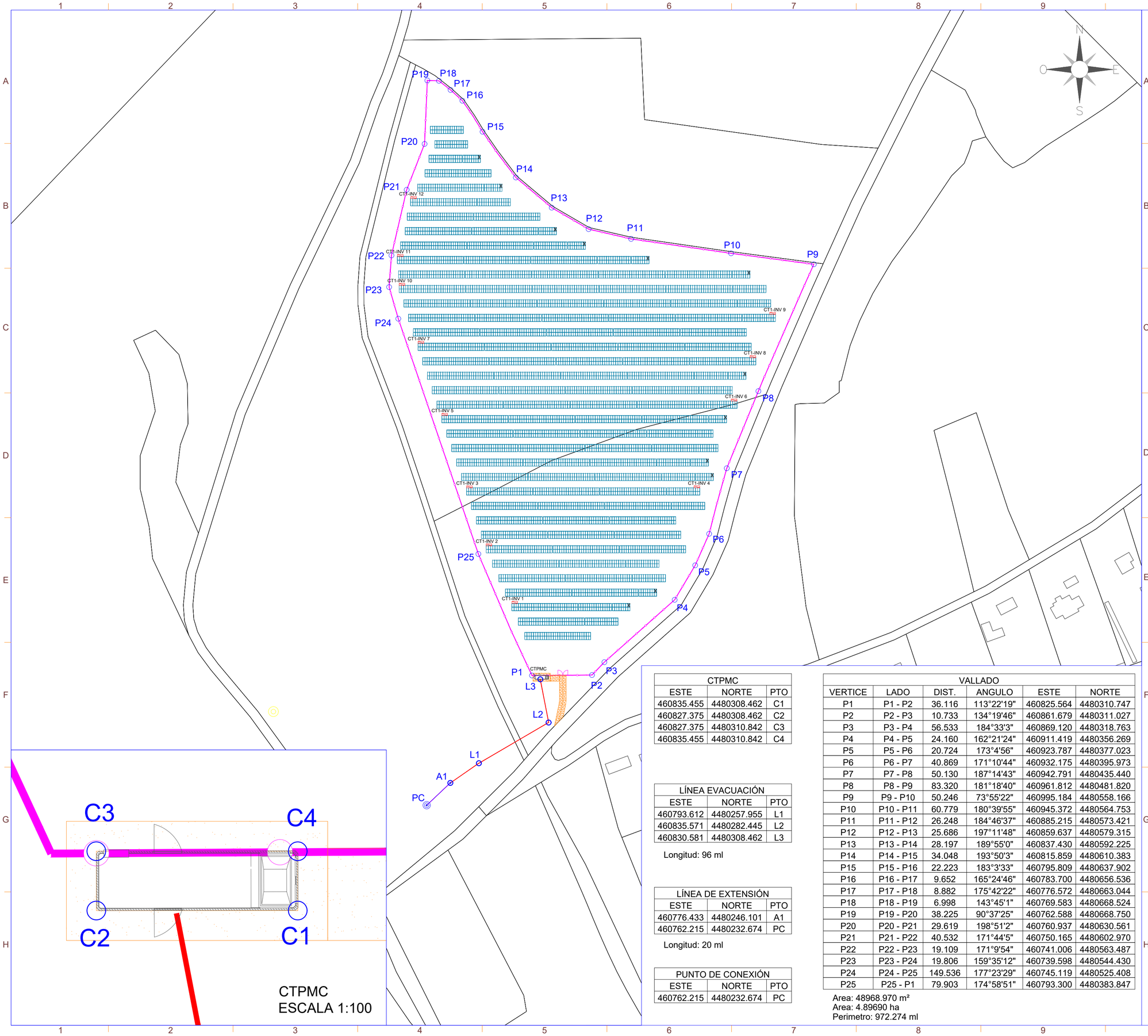
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13566201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1030-GE-DRW-RNX-02-INSTALACIONES PROVISIONALES Y ZONAS DE ACOPIO.DWG



CTPMC		
ESTE	NORTE	PTO
460835.455	4480308.462	C1
460827.375	4480308.462	C2
460827.375	4480310.842	C3
460835.455	4480310.842	C4

LÍNEA EVACUACIÓN		
ESTE	NORTE	PTO
460793.612	4480257.955	L1
460835.571	4480282.445	L2
460830.581	4480308.462	L3

Longitud: 96 ml

LÍNEA DE EXTENSIÓN		
ESTE	NORTE	PTO
460776.433	4480246.101	A1
460762.215	4480232.674	PC

Longitud: 20 ml

PUNTO DE CONEXIÓN		
ESTE	NORTE	PTO
460762.215	4480232.674	PC

VALLADO					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	36.116	113°22'19"	460825.564	4480310.747
P2	P2 - P3	10.733	134°19'46"	460861.679	4480311.027
P3	P3 - P4	56.533	184°33'3"	460869.120	4480318.763
P4	P4 - P5	24.160	162°21'24"	460911.419	4480356.269
P5	P5 - P6	20.724	173°4'56"	460923.787	4480377.023
P6	P6 - P7	40.869	171°10'44"	460932.175	4480395.973
P7	P7 - P8	50.130	187°14'43"	460942.791	4480435.440
P8	P8 - P9	83.320	181°18'40"	460961.812	4480481.820
P9	P9 - P10	50.246	73°55'22"	460995.184	4480558.166
P10	P10 - P11	60.779	180°39'55"	460945.372	4480564.753
P11	P11 - P12	26.248	184°46'37"	460885.215	4480573.421
P12	P12 - P13	25.686	197°11'48"	460859.637	4480579.315
P13	P13 - P14	28.197	189°55'0"	460837.430	4480592.225
P14	P14 - P15	34.048	193°50'3"	460815.859	4480610.383
P15	P15 - P16	22.223	183°3'33"	460795.809	4480637.902
P16	P16 - P17	9.652	165°24'46"	460783.700	4480656.536
P17	P17 - P18	8.882	175°42'22"	460776.572	4480663.044
P18	P18 - P19	6.998	143°45'1"	460769.583	4480668.524
P19	P19 - P20	38.225	90°37'25"	460762.588	4480668.750
P20	P20 - P21	29.619	198°51'2"	460760.937	4480630.561
P21	P21 - P22	40.532	171°44'5"	460750.165	4480602.970
P22	P22 - P23	19.109	171°9'54"	460741.006	4480563.487
P23	P23 - P24	19.806	159°35'12"	460739.598	4480544.430
P24	P24 - P25	149.536	177°23'29"	460745.119	4480525.408
P25	P25 - P1	79.903	174°58'51"	460793.300	4480383.847

Area: 48968.970 m²
Area: 4.89690 ha
Perimetro: 972.274 ml

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial acceso de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea de extensión aérea

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: MAPA DE COORDENADAS

Nº PLANO: 1035-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	26.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582031
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

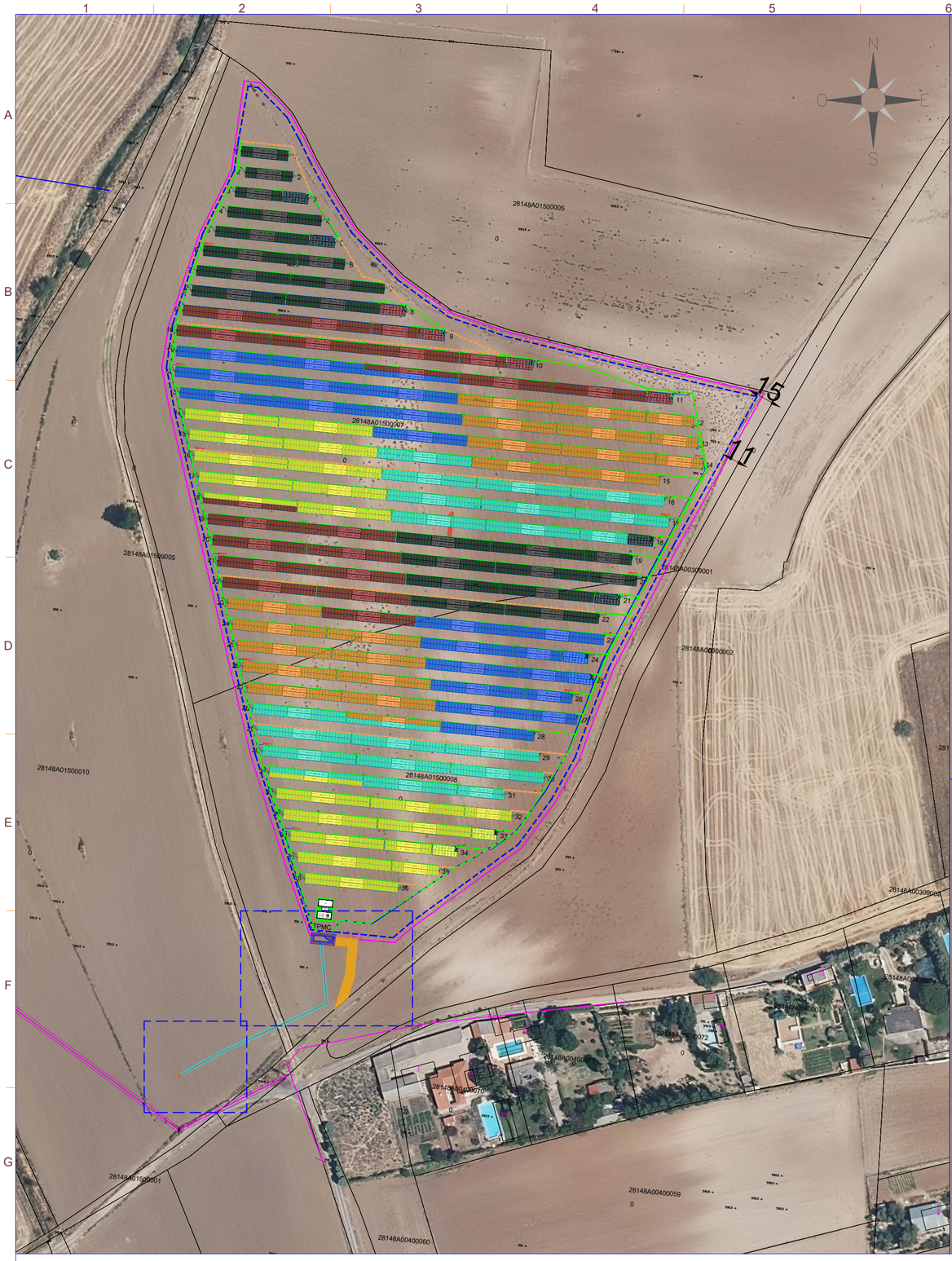
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

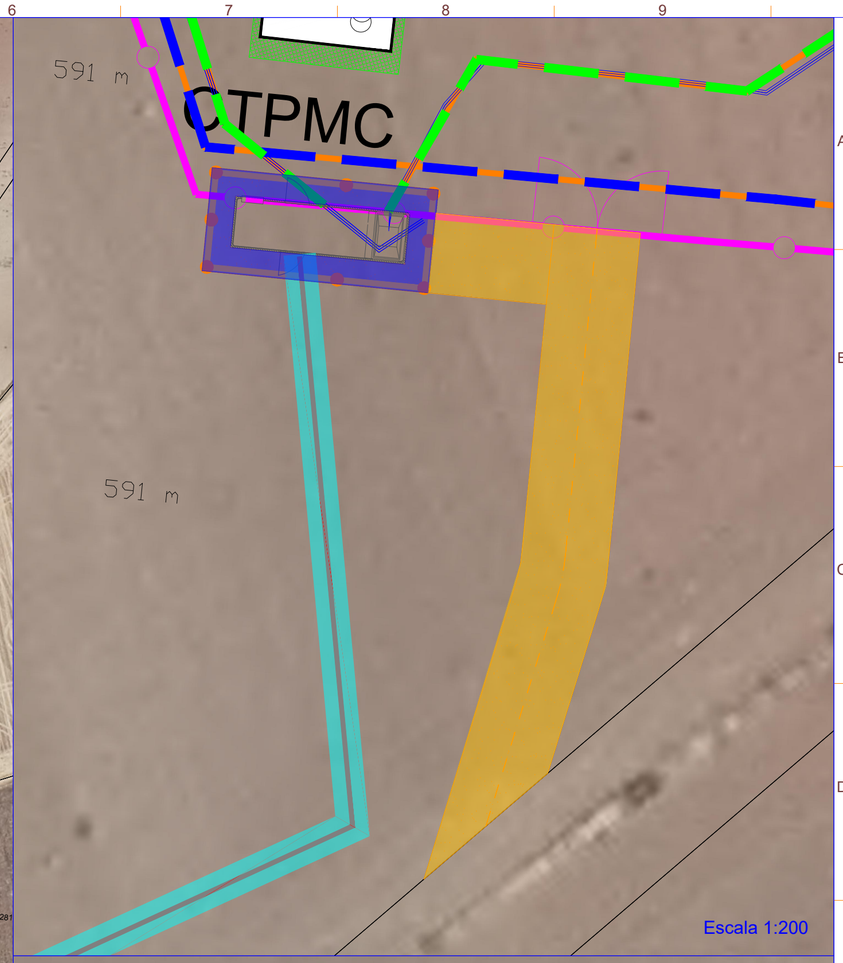
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1035-GE-DRW-RNX-03-MAPA DE COORDENADAS.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1040-GE-DRW-RNX-03-SERVIDUMBRES.DWG





nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial acceso de Planta
	Línea de Evacuación

Servidumbre CTPMC

Servidumbres de paso Línea Subterránea MT

Servidumbre vial

Servidumbres permanente cimentación apoyo

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos

Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: SERVIDUMBRES

Nº PLANO: 1040-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	26.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R. / Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582021
Cuenca, 1 1ª-1ª 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

											LÍNEA EVACUACIÓN - TRAMO SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (EXTERNA AL VALLADO)				LÍNEA EVACUACIÓN - TRAMO AÉREO DE MEDIA TENSIÓN (EXTERNA AL VALLADO)					CENTRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL		
									A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
ID PARCELA	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m²)	USO	ID	PLANTA FV (ÁREA VALLADO) (m²)	VIALES DE ACCESO (EXTERNO AL VALLADO) (m²)	LESMT (m)	SERVIDUMBRE PERMANENTE LESMT (m²)	SERVIDUMBRE DE PASO LESMT (m²)	SERVIDUMBRE DE TEMPORAL LESMT (m²)	LEAMT (m)	ID APOYO	SERVIDUMBRE PERMANENTE LEAMT Sup.Apoyos (m²)	SERVIDUMBRE DE VUELO LEAMT (m²)	SERVIDUMBRE DE TEMPORAL LEAMT (m²)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO) (m²)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO + ACERA) (m²)	OCUPACIÓN PLENO DOMINIO (A + B + E + I + J) (m²)
1	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	7	28148A015000070000BD	37.931	Agrario C	-	32.554,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32.554
2	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	8	28148A015000080000BX	21.214	Agrario C	-	16.418,53	132,86	46,13	18,45	138,39	184,52	0,00	-	0,00	0,00	0,00	19,23	50,10	16.740
3	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	9005	28148A015090050000BJ	1.576	Agrario VT	CAMINO	0,00	0,00	3,59	1,44	10,77	14,36	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11
4	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	10	28148A015001000000BD	41.339	Agrario CR	-	0,00	0,00	46,10	18,44	138,30	184,40	0,00	Apoyo privado paso aereo-subterráneo	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00	142

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1041-GE-DRW-RNX-02-PLANO CATASTRAL DUP.DWG

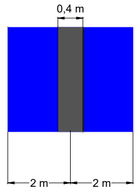
ID PARCELA	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m^2)	USO
4	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	10	28148A015000100000BD	41.339	Agrario CR

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	CTPMC
	Línea de Evacuación Subterránea
	Servidumbre permanente Sub.
	Servidumbre temporal Subterránea
	Apoyo

Detalle Servidumbres



Servidumbres de paso Línea Subterránea MT

Servidumbres permanente cimentación apoyo

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: PLANO CATASTRAL DUP

Nº PLANO: 1041-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	29.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R. / Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

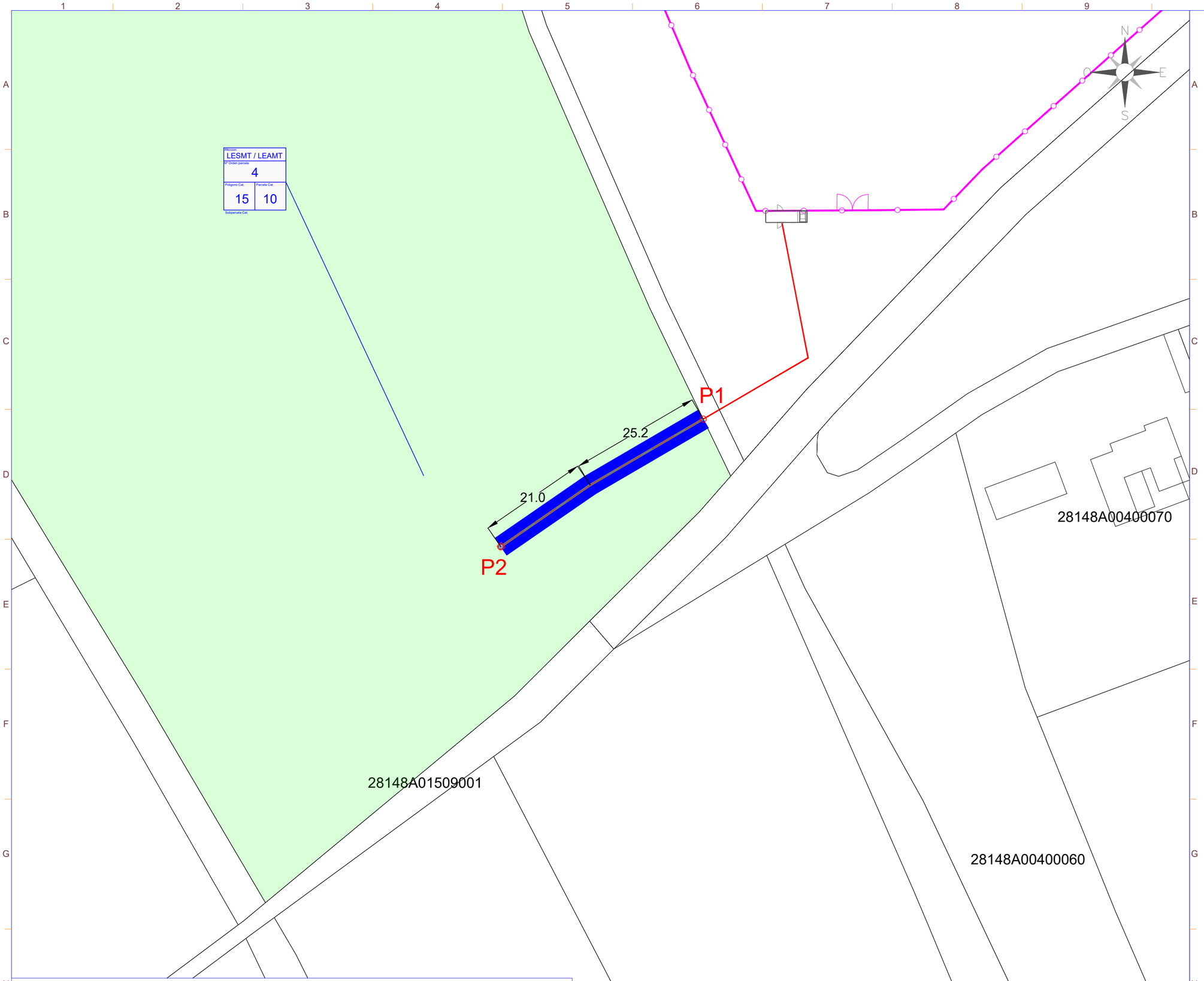
D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582031
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built



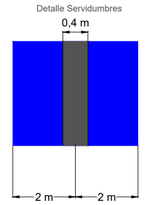
ID PARCELA	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m²)	USO
4	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	10	28148A015000100000BD	41.339	Agrario CR

COORDENADAS LINEA MT PARCELA
28148A015000100000BD
P1: X = 460815.41 Y = 4480270.68
P2: X = 460776.43 Y = 4480246.10

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	CTPMC
	Línea de Evacuación Subterránea
	Servidumbre permanente Sub.
	Servidumbre temporal Subterránea
	Apoyo

Detalle Servidumbres



Servidumbres de paso Línea Subterránea MT

Servidumbres permanente cimentación apoyo

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: PLANO CATASTRAL DUP

Nº PLANO: 1041-GE

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	29.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R. / Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13566201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1041-GE-DRW-RNX-02-PLANO CATASTRAL DUP.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1041-GE-DRW-RNX-02-PLANO CATASTRAL.DWG

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	CTPMC
	Línea de Evacuación

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA	CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO:

PLANO CATASTRAL

Nº PLANO: 1041-GE	HOJA: 1 DE 1
PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2" (A4 A3 A2 A1 A0)	ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	29.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R. / Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

									LÍNEA EVACUACIÓN - TRAMO SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN (EXTERNA AL VALLADO)				LÍNEA EVACUACIÓN - TRAMO AÉREO DE MEDIA TENSIÓN (EXTERNA AL VALLADO)					CENTRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL		
									A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
ID PARCELA	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m²)	USO	ID	PLANTA FV (ÁREA VALLADO) (m²)	VIALES DE ACCESO (EXTERNO AL VALLADO) (m²)	LESMT (m)	SERVIDUMBRE PERMANENTE LESMT (m²)	SERVIDUMBRE DE PASO LESMT (m²)	SERVIDUMBRE DE TEMPORAL LESMT (m²)	LEAMT (m)	ID APOYO	SERVIDUMBRE PERMANENTE LEAMT Sup.Apoyos (m²)	SERVIDUMBRE DE VUELO LEAMT (m²)	SERVIDUMBRE DE TEMPORAL LEAMT (m²)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO) (m²)	SERVIDUMBRE PERMANENTE (EDIFICIO + ACERA) (m²)	OCUPACIÓN PLENO DOMINIO (A + B + E + I + J) (m²)
1	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	7	28148A015000070000BD	37.931	Agrario C	-	32.554,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32.554
2	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	8	28148A015000080000BX	21.214	Agrario C	-	16.418,53	132,86	46,13	18,45	138,39	184,52	0,00	-	0,00	0,00	0,00	19,23	50,10	16.740
3	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	9005	28148A015090050000BJ	1.576	Agrario VT	CAMINO	0,00	0,00	3,59	1,44	10,77	14,36	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11
4	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	10	28148A015001000000BD	41.339	Agrario CR	-	0,00	0,00	46,10	18,44	138,30	184,40	0,00	Apoyo privado paso aereo-subterráneo	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00	142

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1045-GE-DRW-RNX-03-ACCESO.DWG

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	CTPMC
	Vial acceso de Planta

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos

Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: ACCESO

Nº PLANO: 1045-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:5000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	29.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación vallado por vía pecuaria	13.12.2024	Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

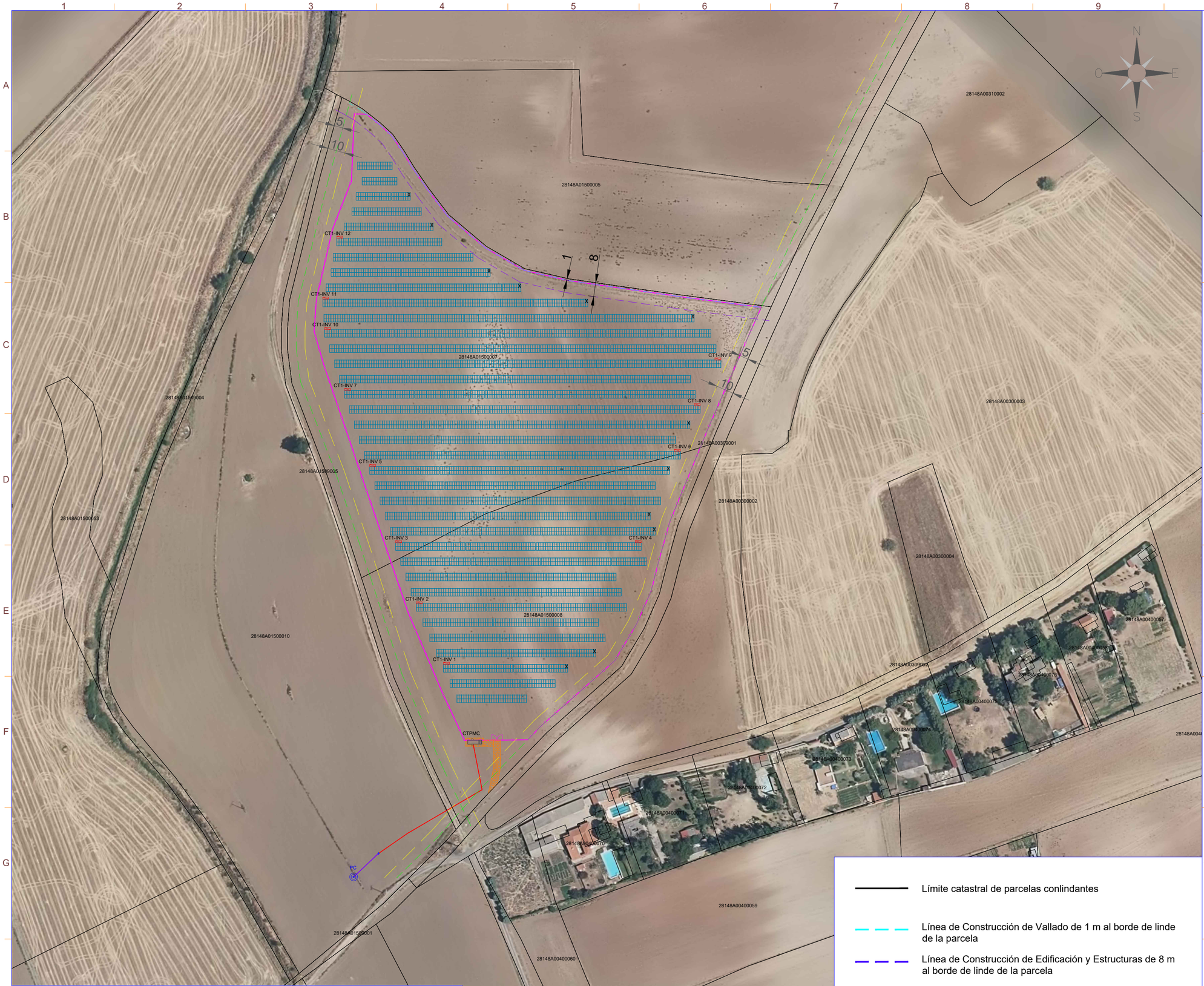
D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582031
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

X Desarrollo ☐ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built



ZONA	ID PARCELA	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m^2)	USO	ID
PFV	1	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	7	28148A015000070000BD	37.931	Agrario C	-
PFV	2	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	8	28148A015000080000BX	21.214	Agrario C	-

Límite catastral de parcelas conlindantes

Línea de Construcción de Vallado de 1 m al borde de linde de la parcela

Línea de Construcción de Edificación y Estructuras de 8 m al borde de linde de la parcela

Línea de Construcción de Vallado de 5 m a borde del cámino público

Línea de Construcción de Edificación y Estructuras de 10 m al borde del cámino público

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea de extensión

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES AYUNTAMIENTO

Nº PLANO: 1046-GE

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	29.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R. / Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582031
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1046-GE-DRW-RNX-03-AFECCIONES AYTO.DWG

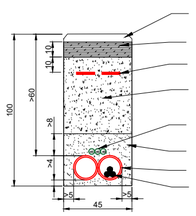
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1046-GE-DRW-RNX-03-AFECCIONES AYTO.DWG

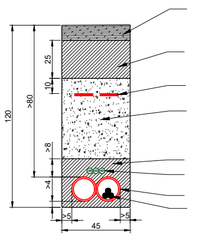
ZONA	ID PARCELA	PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m²)	USO	ID
LÍNEA	3	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	9005	28148A015090050000BJ	1.576	Agrario VT	CAMINO
LINEA	4	Madrid	Torrejón de Ardoz	15	10	28148A015000100000BD	41.339	Agrario CR	-

CRUZAMIENTO LÍNEA DE EVACUACIÓN TRAMO SUBTERRÁNEO

CANALIZACIÓN EN ACERA/TIERRA



CANALIZACIÓN EN CALZADA



nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea de extensión

CRUCES CAMINOS PÚBLICOS TORREJÓN DE ARDOZ CON LÍNEA DE EVACUACIÓN MT TRAMO SUBTERRÁNEO:

- LMT1 : X = 460818.50 Y = 4480272.48
- LMT2 : X = 460815.40 Y = 4480270.67

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES AYUNTAMIENTO

Nº PLANO: 1046-GE

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	29.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582031
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

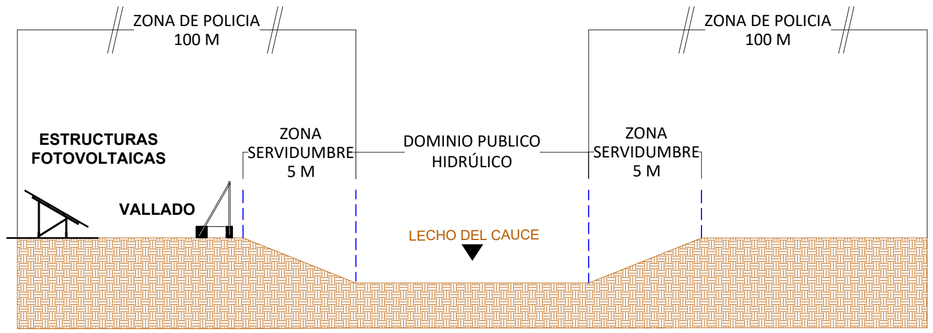
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1047-GE-DRW-RNX-03-AFECCIONES CONFEDERACIÓN.DWG

Límite del cauce.

Zona de servidumbre. 5 m desde el límite del cauce.

Zona de policía. 100 m desde el límite del cauce.



nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Límite de parcelas
	Línea de extensión

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

Nº PLANO: 1047-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	03.05.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

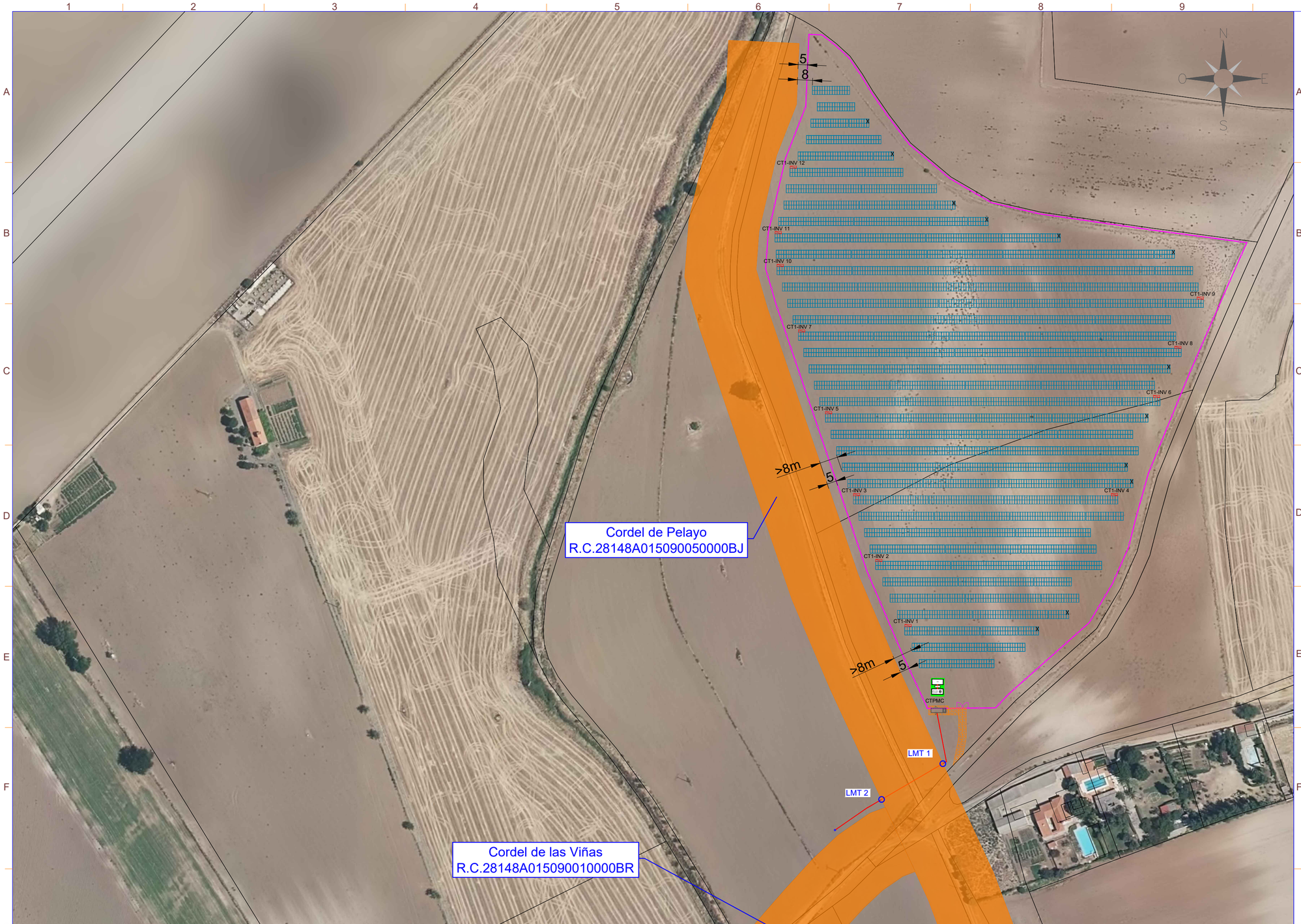
ENERMAT RENOVABLES
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

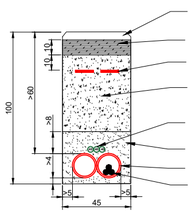
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1048-GE-DRW-RNX-03-AFECCIONES VÍA PECUARIA.DWG

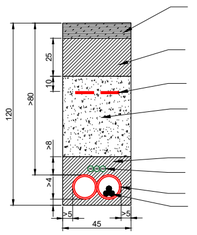


CRUZAMIENTO LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA - CORDEL DE PELAYO

CANALIZACIÓN EN ACERA/TIERRA



CANALIZACIÓN EN CALZADA



nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Límite de Vía Pecuaria

CRUCES VÍA PECUARIA CON LÍNEA DE EVACUACIÓN MT:

- LMT1 : X = 460833.70 Y = 4480281.35
- LMT2 : X = 460801.17 Y = 4480262.36

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES VÍA PECUARIA

Nº PLANO: 1048-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	30.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R. / Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Anton
Colegiad
Colegio C
Técnicos

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582031
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1049-GE-DRW-RNX-02-AFECCIONES MINAS.DWG

INFORMACIÓN EXTENDIDA DEL DERECHO MINERO

ORGANISMO	MADRID
TIPO DE DERECHO MINERO	Permiso de Investigación
FRACCION	10
NUMERO DE REGISTRO	3209
NOMBRE	ALDOVEA
SUSTANCIA/S EXPLOTADA/S PRINCIPALES	
SUSTANCIA/S EXPLOTADA/S SECUNDARIAS	
SUPERFICIE	252.0 Hectáreas
SECCION	C
PARAJE	Desconocido
FECHA/S	Otorgamiento : 09/05/1995

TITULAR	

SITUACION GENERAL	Cancelado
MUNICIPIO/S	Alcalá de Henares, San Fernando de Henares, Torrejón de Ardoz
HOJA/S 50	ALCALA DE HENARES
VERTICES	(3 29' 4.69" W, 40 28' 55.75" N)(3 29' 4.69" W, 40 24' 55.75" N)(3 22' 4.68" W, 40 24' 55.74" N)(3 22' 4.68" W, 40 28' 55.75" N)(3 29' 4.69" W, 40 28' 55.75" N)

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Derecho Minero Afectado ALDOVEA

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES DERECHOS MINEROS

Nº PLANO: 1049-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:20000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	30.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación vallado por vía pecuaria	12.12.2024	Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

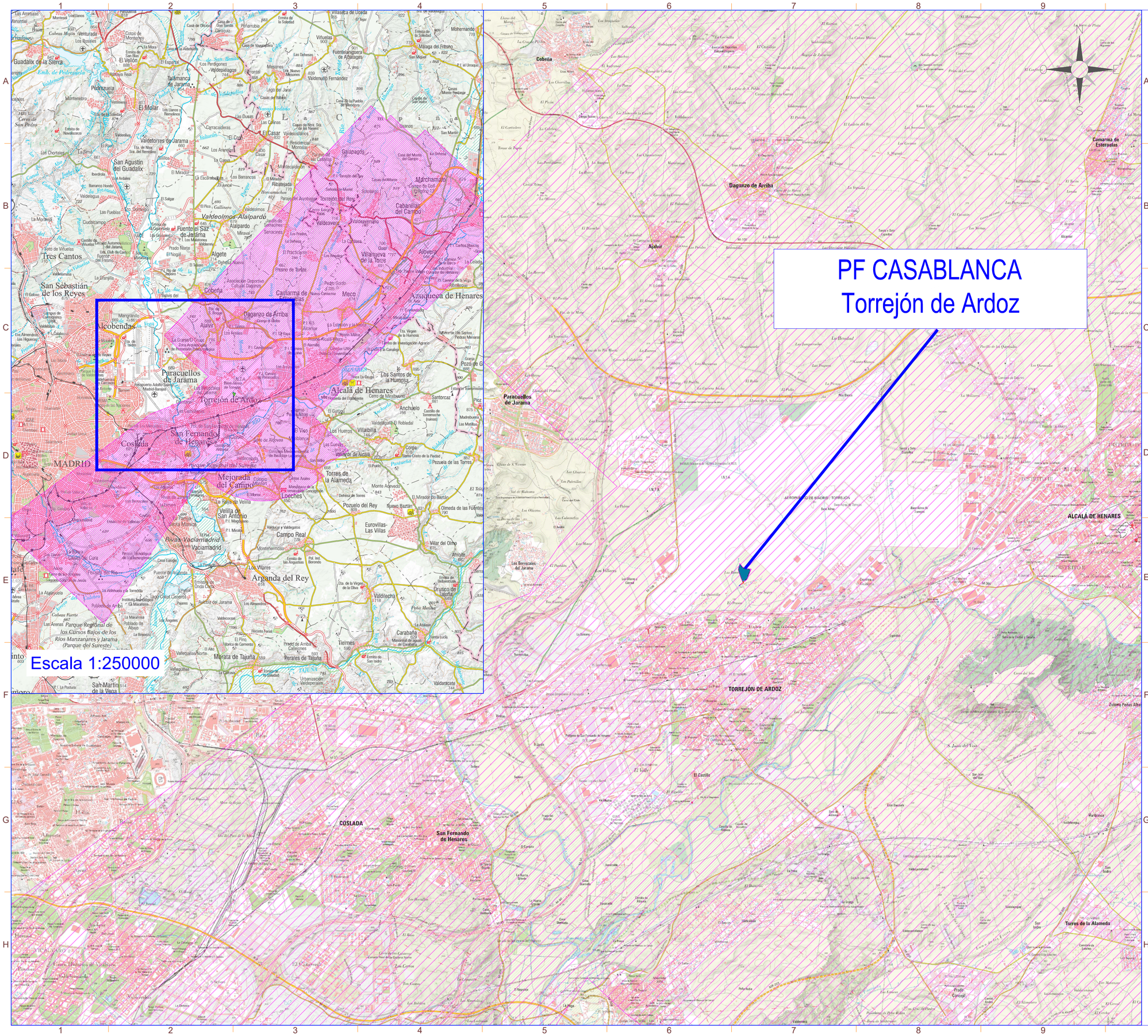
D. Antonio M
Colegiado nº
Colegio Oficia
Técnicos Indu

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582031
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
País:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES MINISTERIO DE DEFENSA

Nº PLANO: 1050-GE

HOJA: 1 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:50000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	10.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación LInea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio N
Colegiado nº
Colegio Ofici
Técnicos Ind

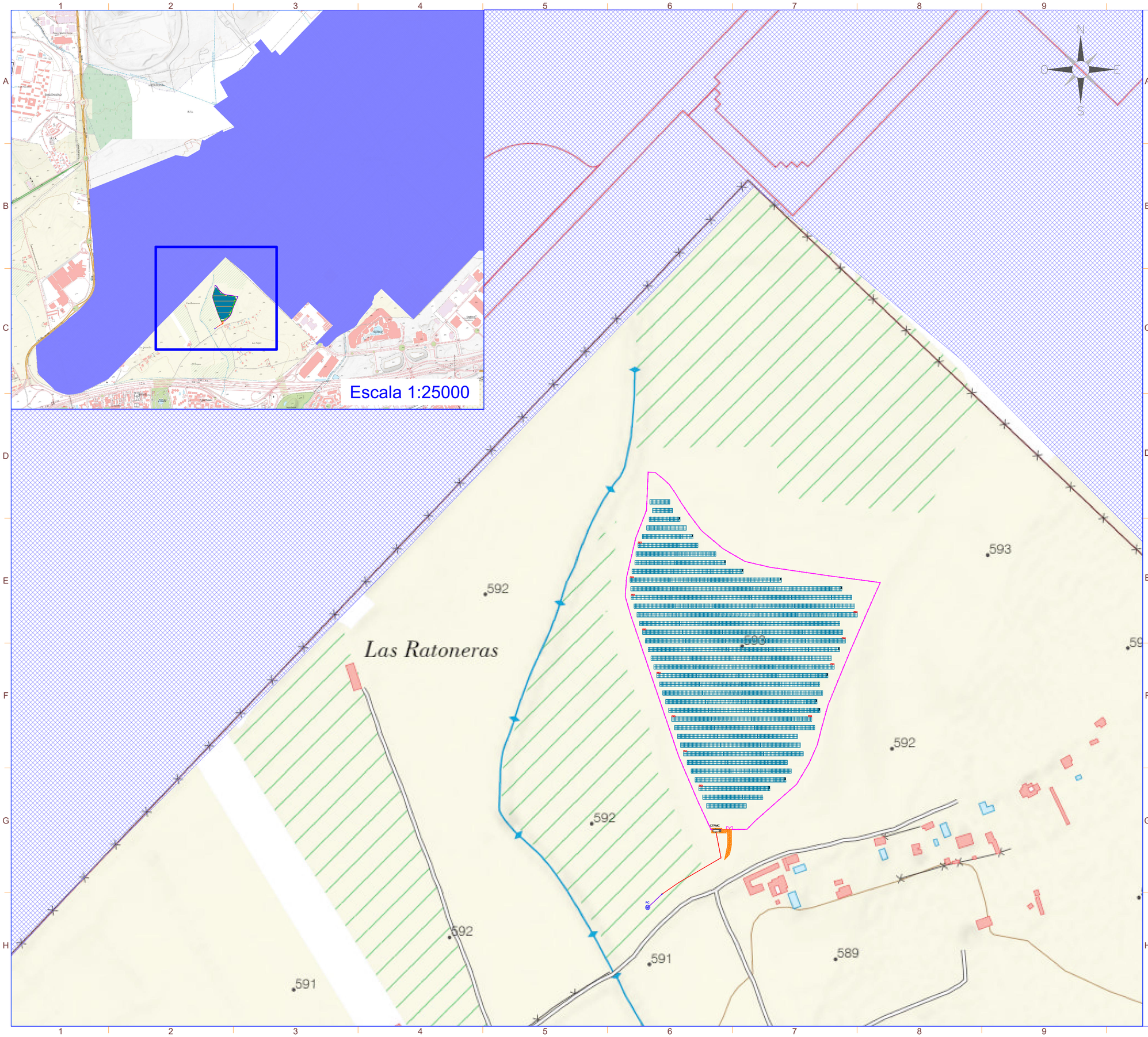
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1050-GE-DRW-02-AFECCIONES MIN.DE DEFENSA R04.DWG



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1050-GE-DRW-02-AFECCIONES MIN.DE DEFENSA R04.DWG

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación

Base Aérea Torrejón de Ardoz

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES MINISTERIO DE DEFENSA

Nº PLANO: 1050-GE

HOJA: 2 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:2500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	03.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

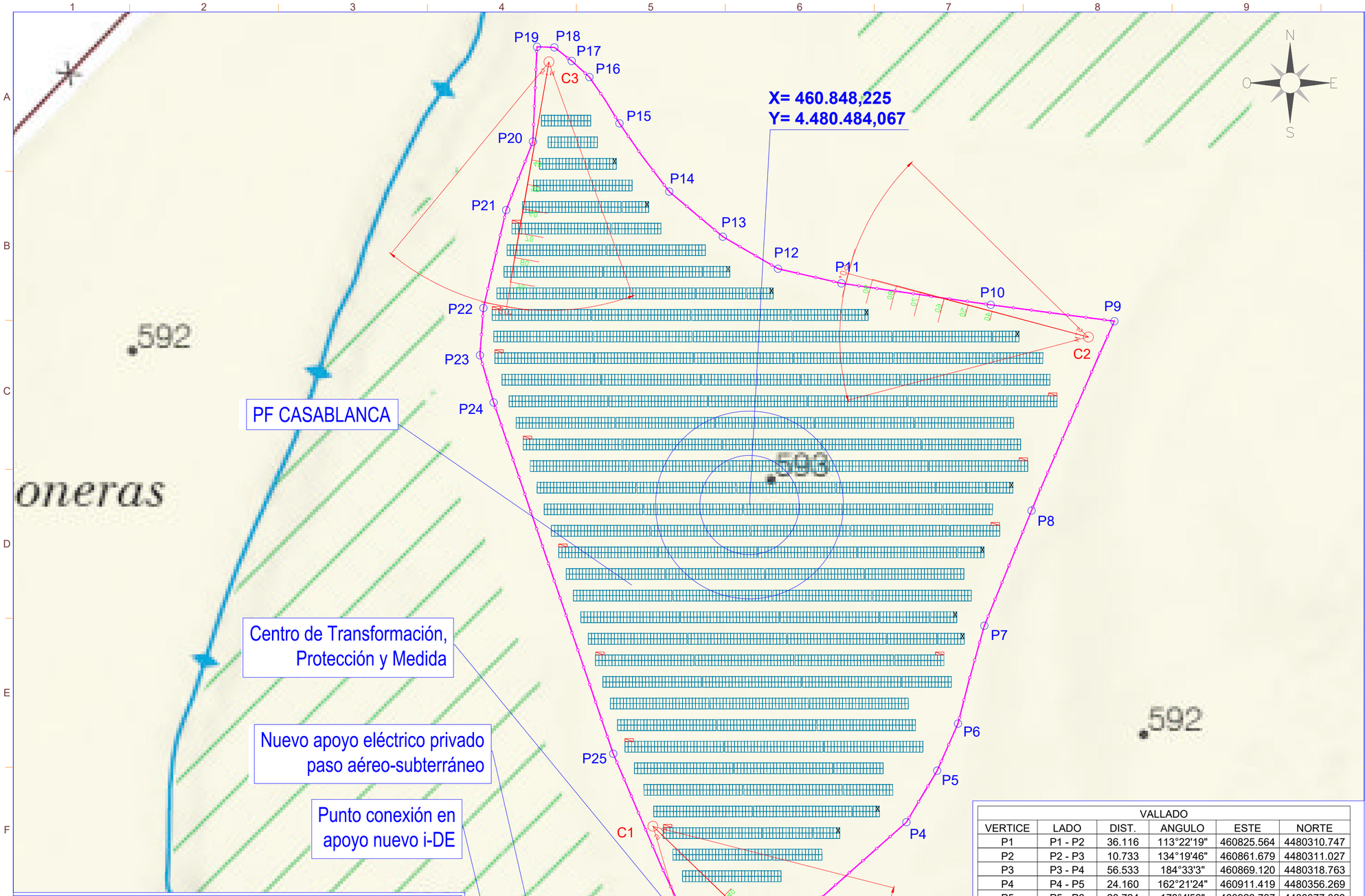
D. Antonio h
Colegiado nº
Colegio Ofici
Técnicos Ind

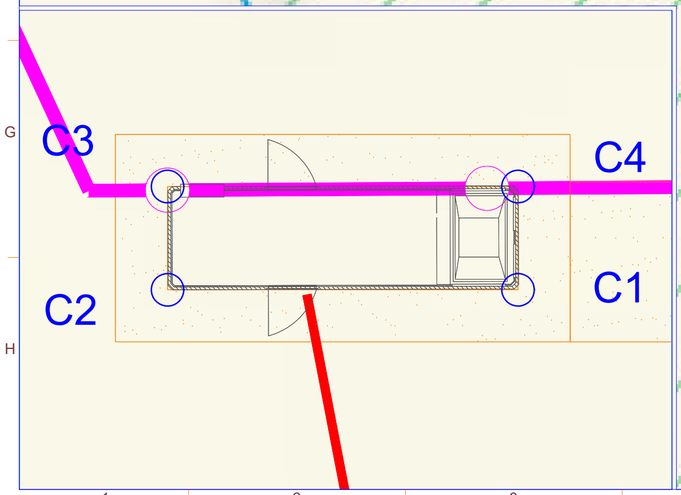
ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built





CTPMC		
ESTE	NORTE	PTO
460835.455	4480308.462	C1
460827.375	4480308.462	C2
460827.375	4480310.842	C3
460835.455	4480310.842	C4

VALLADO					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	36.116	113°22'19"	460825.564	4480310.747
P2	P2 - P3	10.733	134°19'46"	460861.679	4480311.027
P3	P3 - P4	56.533	184°33'3"	460869.120	4480318.763
P4	P4 - P5	24.160	162°21'24"	460911.419	4480356.269
P5	P5 - P6	20.724	173°4'56"	460923.787	4480377.023
P6	P6 - P7	40.869	171°10'44"	460932.175	4480395.973
P7	P7 - P8	50.130	187°14'43"	460942.791	4480435.440
P8	P8 - P9	83.320	181°18'40"	460961.812	4480481.820
P9	P9 - P10	50.246	73°55'22"	460995.184	4480558.166
P10	P10 - P11	60.779	180°39'55"	460945.372	4480564.753
P11	P11 - P12	26.248	184°46'37"	460885.215	4480573.421
P12	P12 - P13	25.686	197°11'48"	460859.637	4480579.315
P13	P13 - P14	28.197	189°55'0"	460837.430	4480592.225
P14	P14 - P15	34.048	193°50'3"	460815.859	4480610.383
P15	P15 - P16	22.223	183°3'33"	460795.809	4480637.902
P16	P16 - P17	9.652	165°24'46"	460783.700	4480656.536
P17	P17 - P18	8.882	175°42'22"	460776.572	4480663.044
P18	P18 - P19	6.998	143°45'1"	460769.583	4480668.524
P19	P19 - P20	38.225	90°37'25"	460762.588	4480668.750
P20	P20 - P21	29.619	198°51'2"	460760.937	4480630.561
P21	P21 - P22	40.532	171°44'5"	460750.165	4480602.970
P22	P22 - P23	19.109	171°9'54"	460741.006	4480563.487
P23	P23 - P24	19.806	159°35'12"	460739.598	4480544.430
P24	P24 - P25	149.536	177°23'29"	460745.119	4480525.408
P25	P25 - P1	79.903	174°58'51"	460793.300	4480383.847

Area: 48968.970 m²
Area: 4.89690 ha
Perimetro: 972.274 ml

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación Subterránea
	Curvas de nivel
	Línea de extensión aérea

Estación Meteorológica

Cámara de seguridad CCTV

CENTROIDE UTM/ETRS89. Huso:30

TORRE METEOROLÓGICA:
M1: X = 460837.83 Y = 4480318.62

CÁMARAS SEGURIDAD:
C1: X = 460809.37 Y = 4480354.65
C2: X = 460984.66 Y = 4480551.69
C3: X = 460767.48 Y = 4480662.56

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES MINISTERIO DE DEFENSA

Nº PLANO: 1050-GE

HOJA: 3 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1200

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	28.06.2024	Y.R.G.
01	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. /
Colá
Colá
Téc

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

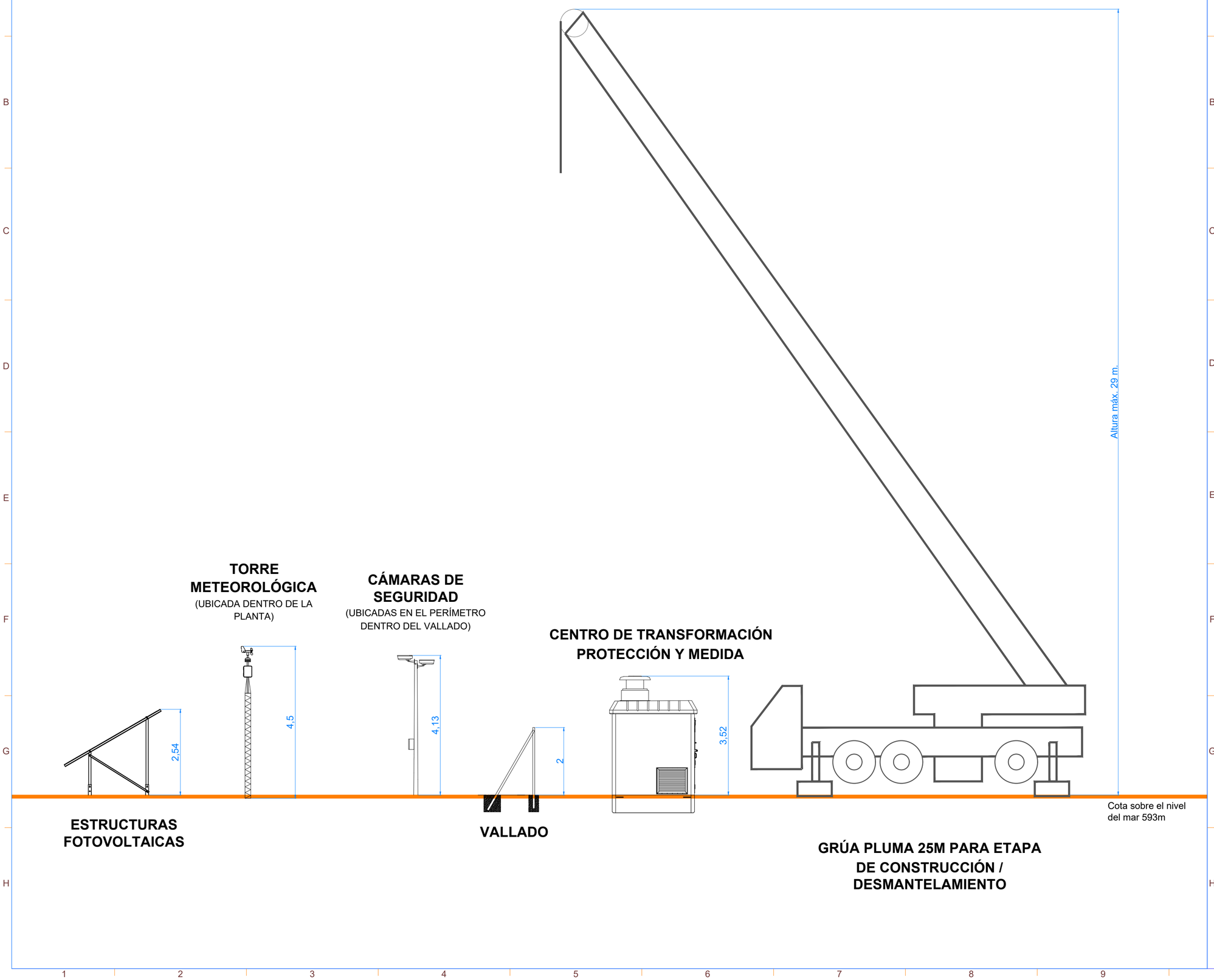
FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL, EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1050-GE-DRW-02-AFECCIONES MIN.DE DEFENSA R04.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1050-GE-DRW-RNX-02-AFECCIONES MIN.DE DEFENSA R04.DWG



nexer

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES MINISTERIO DE DEFENSA

Nº PLANO: 1050-GE

HOJA: 4 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	07.06.2024	Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

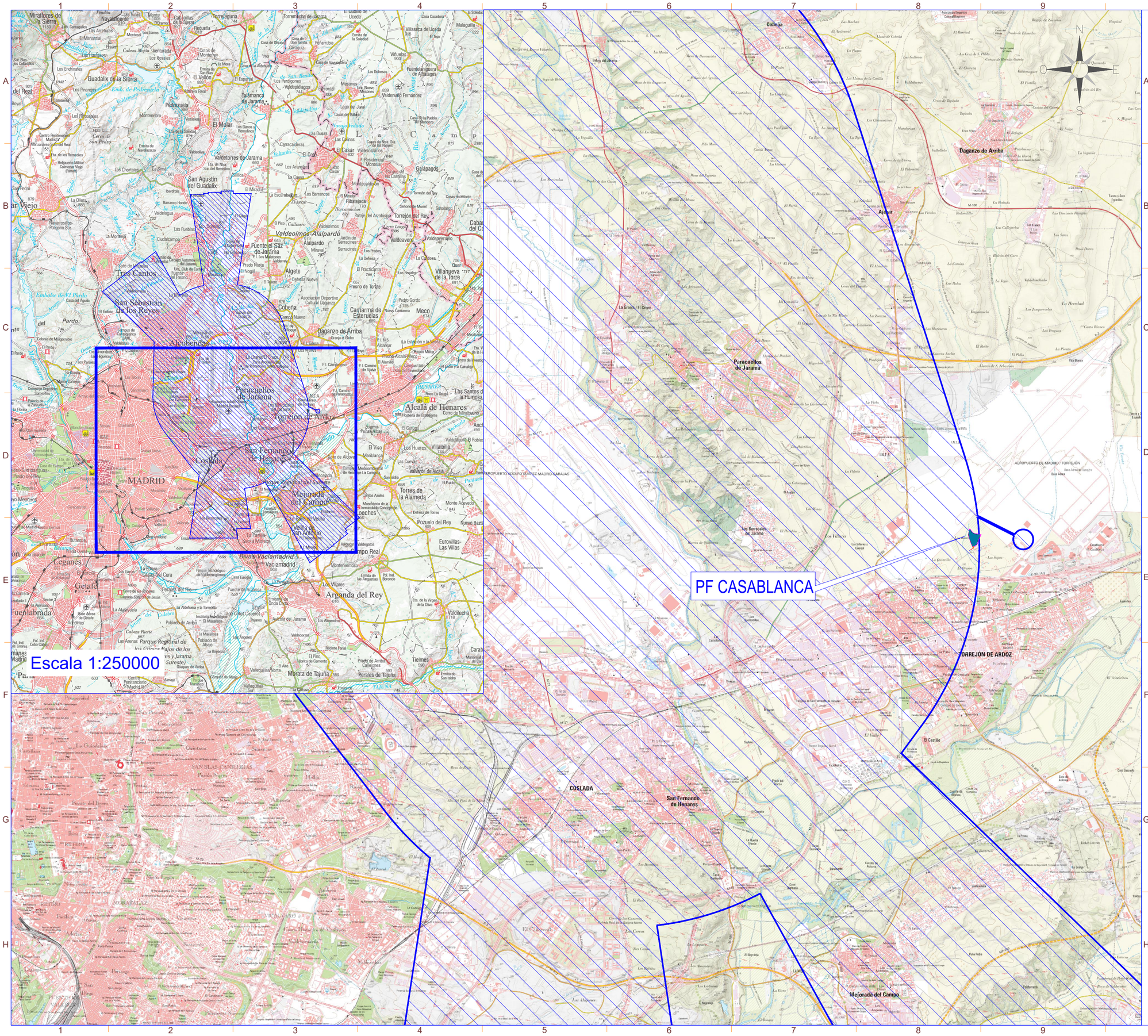
D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ins

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1ª-1ª 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built



LEYENDA

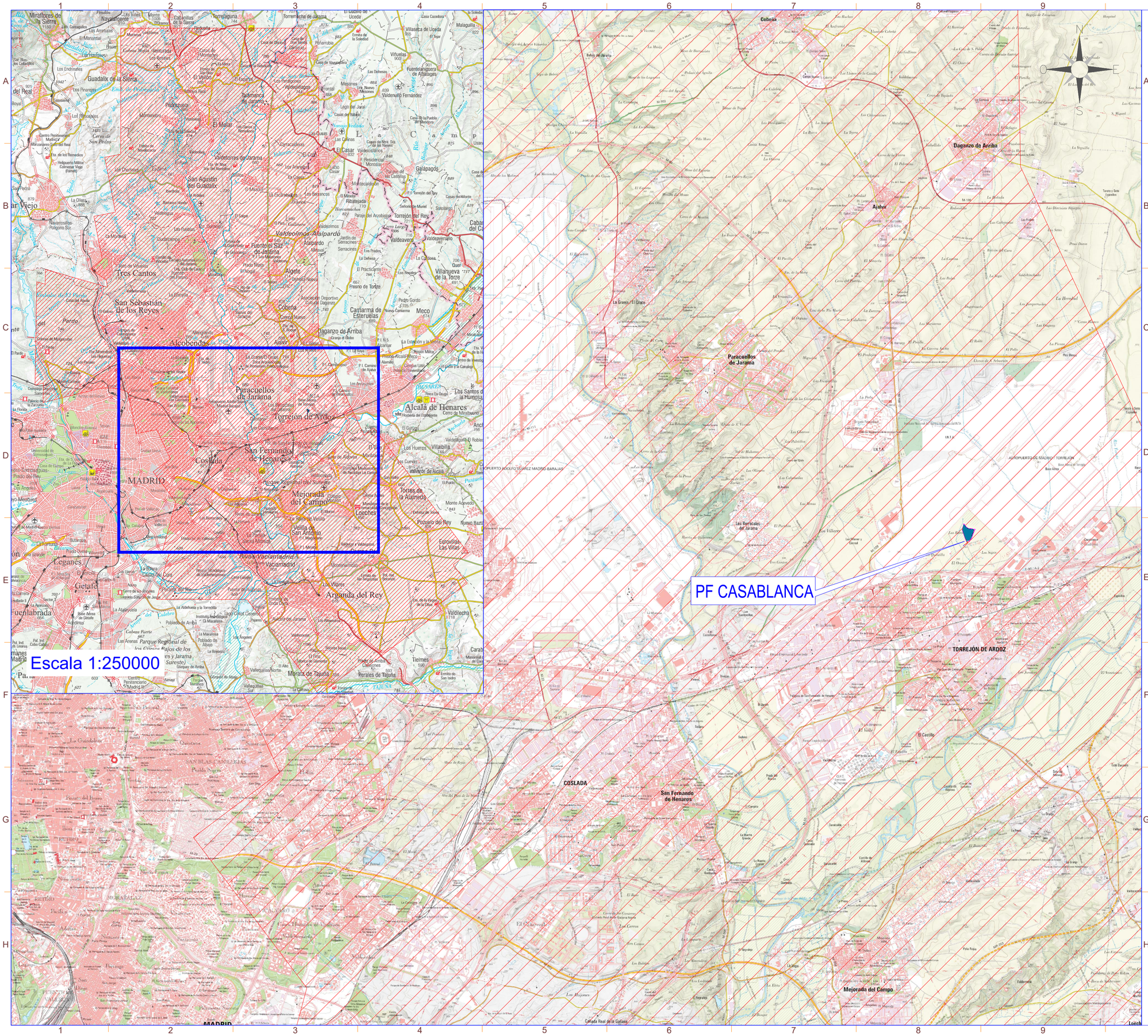
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación

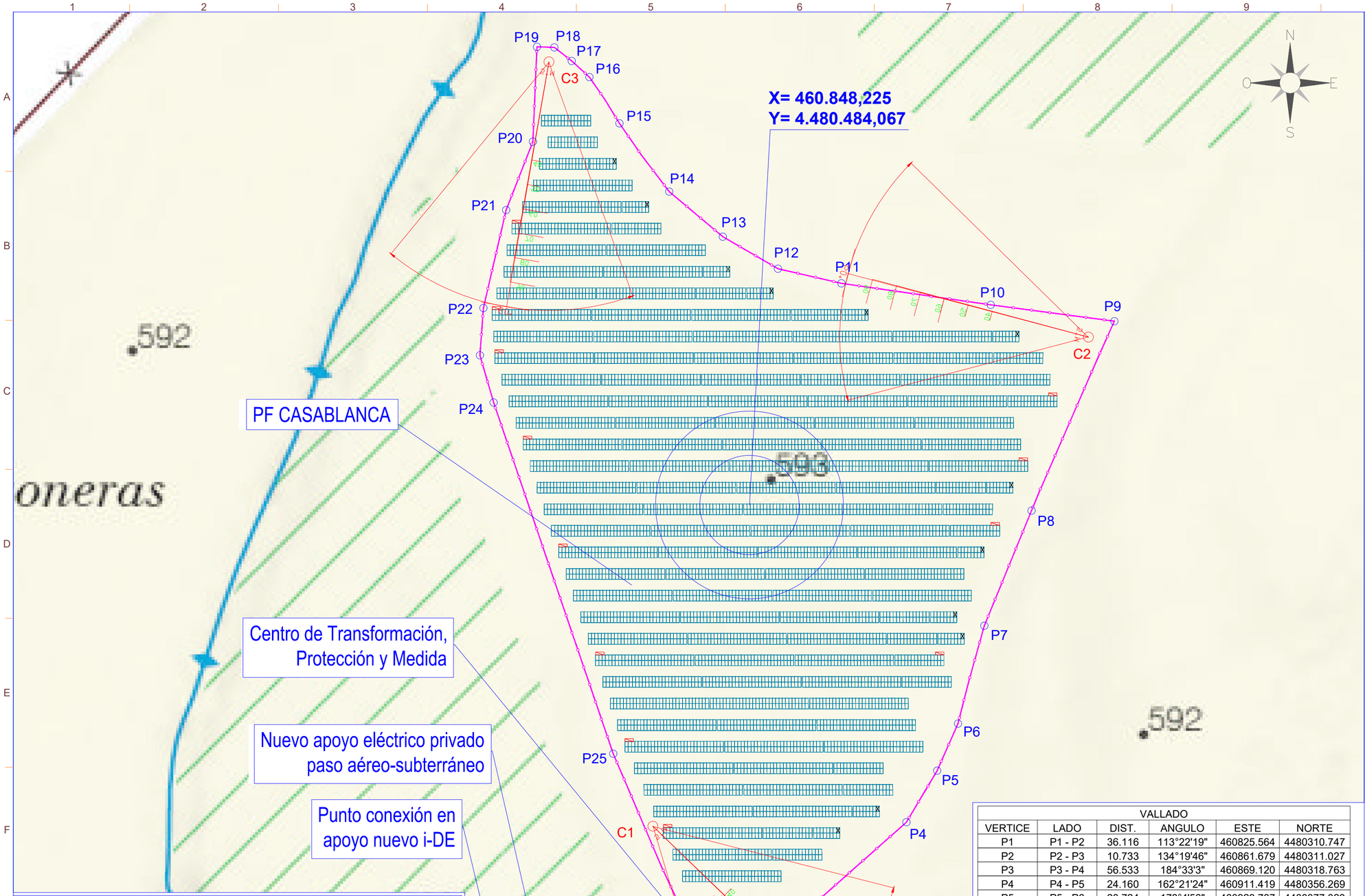
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

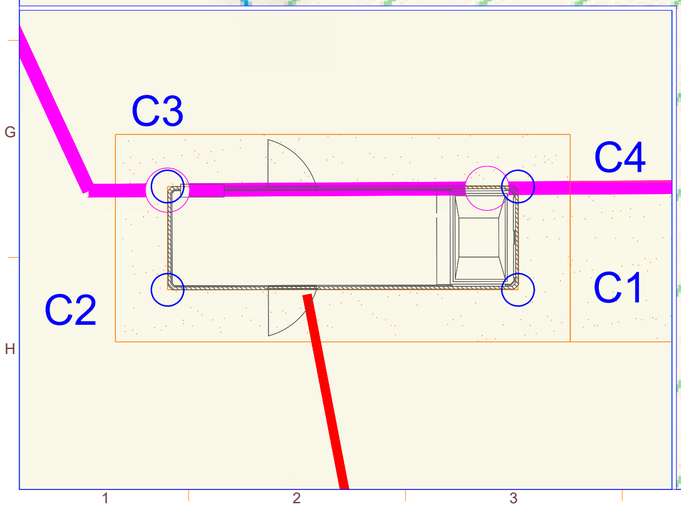
SPA-2024.12-CAS-1051-GE-DRW-02-AFECCIONES AEROPUERTO ADOLFO SUAREZ R04.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACION PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1051-GE-DRW-02-AFECCIONES AEROPUERTO ADOLFO SUAREZ R04.DWG


Escala 1:250000
PF CASABLANCA
MADRID
Paracuellos de Jarama
Daganzo de Arriba
Ajalvir
Cobeña
Torrejón de Ardoz
COSLADA
San Fernando de Henares
Mejorada del Campo
Alcalá de Henares
Arganda del Rey
Tres Cantos
San Sebastián de los Reyes
Alcobendas
Coslada
Getafe
Leganés
Fuenlabrada
Torrejón de Ardoz
Meco
Camarma de Esteruelas
Loeches
Velilla de San Antonio
Morata de Tajuña
Perales de Tajuña
Tielmes
Valdilecha
Chinchón
Colmenar Viejo
Guadalix de la Sierra
Torrelaguna
Torremocha de Jarama
Villaseca de Uceda
Uceda
Cabanillas de la Sierra
Miraflores de la Sierra
Navalafuente
Torremocha de Jarama
Torrejón de Ardoz
Paracuellos de Jarama
Daganzo de Arriba
Ajalvir
Cobeña
Meco
Alcalá de Henares
Torrejón de Ardoz
San Fernando de Henares
Coslada
Mejorada del Campo
Arganda del Rey
Loeches
Velilla de San Antonio
Morata de Tajuña
Perales de Tajuña
Tielmes
Valdilecha
Chinchón
Colmenar Viejo
Tres Cantos
San Sebastián de los Reyes
Alcobendas





CTPMC		
ESTE	NORTE	PTO
460835.455	4480308.462	C1
460827.375	4480308.462	C2
460827.375	4480310.842	C3
460835.455	4480310.842	C4

VALLADO					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	36.116	113°22'19"	460825.564	4480310.747
P2	P2 - P3	10.733	134°19'46"	460861.679	4480311.027
P3	P3 - P4	56.533	184°33'3"	460869.120	4480318.763
P4	P4 - P5	24.160	162°21'24"	460911.419	4480356.269
P5	P5 - P6	20.724	173°4'56"	460923.787	4480377.023
P6	P6 - P7	40.869	171°10'44"	460932.175	4480395.973
P7	P7 - P8	50.130	187°14'43"	460942.791	4480435.440
P8	P8 - P9	83.320	181°18'40"	460961.812	4480481.820
P9	P9 - P10	50.246	73°55'22"	460995.184	4480558.166
P10	P10 - P11	60.779	180°39'55"	460945.372	4480564.753
P11	P11 - P12	26.248	184°46'37"	460885.215	4480573.421
P12	P12 - P13	25.686	197°11'48"	460859.637	4480579.315
P13	P13 - P14	28.197	189°55'0"	460837.430	4480592.225
P14	P14 - P15	34.048	193°50'3"	460815.859	4480610.383
P15	P15 - P16	22.223	183°3'33"	460795.809	4480637.902
P16	P16 - P17	9.652	165°24'46"	460783.700	4480656.536
P17	P17 - P18	8.882	175°42'22"	460776.572	4480663.044
P18	P18 - P19	6.998	143°45'1"	460769.583	4480668.524
P19	P19 - P20	38.225	90°37'25"	460762.588	4480668.750
P20	P20 - P21	29.619	198°51'2"	460760.937	4480630.561
P21	P21 - P22	40.532	171°44'5"	460750.165	4480602.970
P22	P22 - P23	19.109	171°9'54"	460741.006	4480563.487
P23	P23 - P24	19.806	159°35'12"	460739.598	4480544.430
P24	P24 - P25	149.536	177°23'29"	460745.119	4480525.408
P25	P25 - P1	79.903	174°58'51"	460793.300	4480383.847

Area: 48968.970 m²
Area: 4.89690 ha
Perimetro: 972.274 ml

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación Subterránea
	Curvas de nivel
	Línea de extensión aérea

Estación Meteorológica

Cámara de seguridad CCTV

CENTROIDE UTM/ETRS89. Huso:30

TORRE METEOROLÓGICA:
M1: X = 460837.83 Y = 4480318.62

CÁMARAS SEGURIDAD:
C1: X = 460809.37 Y = 4480354.65
C2: X = 460984.66 Y = 4480551.69
C3: X = 460767.48 Y = 4480662.56

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES AEROPUERTO ADOLFO SUAREZ

Nº PLANO: 1051-GE

HOJA: 3 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1200

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	28.06.2024	Y.R.G.
01	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Anton
Colegiad
Colegio (
Técnicos

ENERMAT RENOVABLES
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

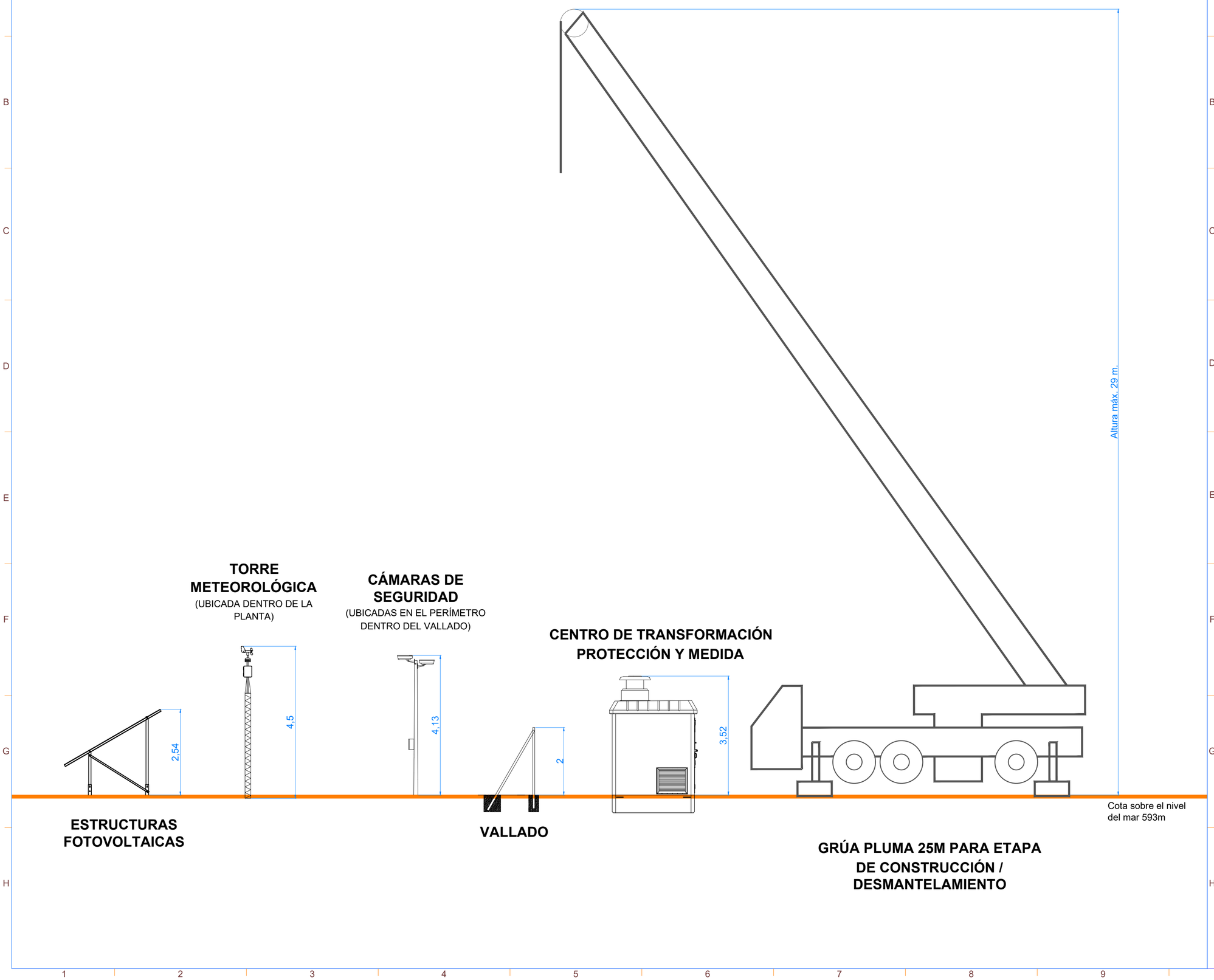
FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL, EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1051-GE-DRW-02-AFECCIONES AEROPUERTO ADOLFO SUAREZ R04.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1051-GE-DRW-RNX-02-AFECCIONES AEROPUERTO ADOLFO SUAREZ R04.DWG



nexer

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES AEROPUERTO ADOLFO SUAREZ

Nº PLANO: 1051-GE

HOJA: 4 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	07.06.2024	Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio M
Colegiado nº
Colegio Oficia
Técnicos Indu

ENERMAT RENOVABLES

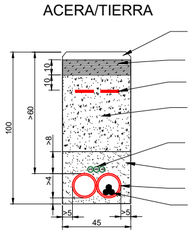
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1ª-1ª 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

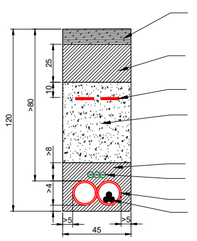
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

CRUZAMIENTO LÍNEA DE EVACUACIÓN TRAMO SUBTERRÁNEO

CANALIZACIÓN EN ACERA/TIERRA



CANALIZACIÓN EN CALZADA



nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea Eléctrica Aérea existente
	Línea de extensión aérea

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES LÍNEA ELÉCTRICA

Nº PLANO: 1052-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	30.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Mo
Colegiado nº 1.
Colegio Oficial
Técnicos Indust

ENERMAT RENOVABLES

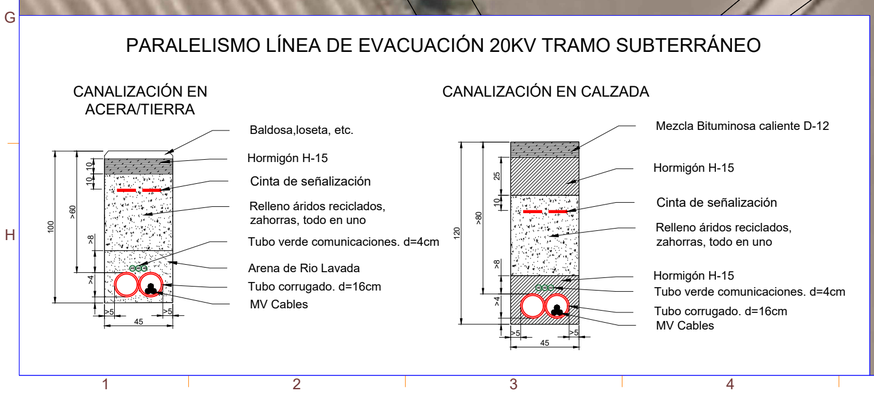
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

☒ Desarrollo ☐ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1052-GE-DRW-RNX-03-AFECCIONES LÍNEA ELÉCTRICA.DWG



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea Telefónica existente
	Línea de extensión aérea

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: AFECCIONES LÍNEA TELEFÓNICA

Nº PLANO: 1053-GE

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	13.05.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
03	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO P " "

D. Antonio Mo
Colegiado nº 1
Colegio Oficial
Técnicos Indus

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

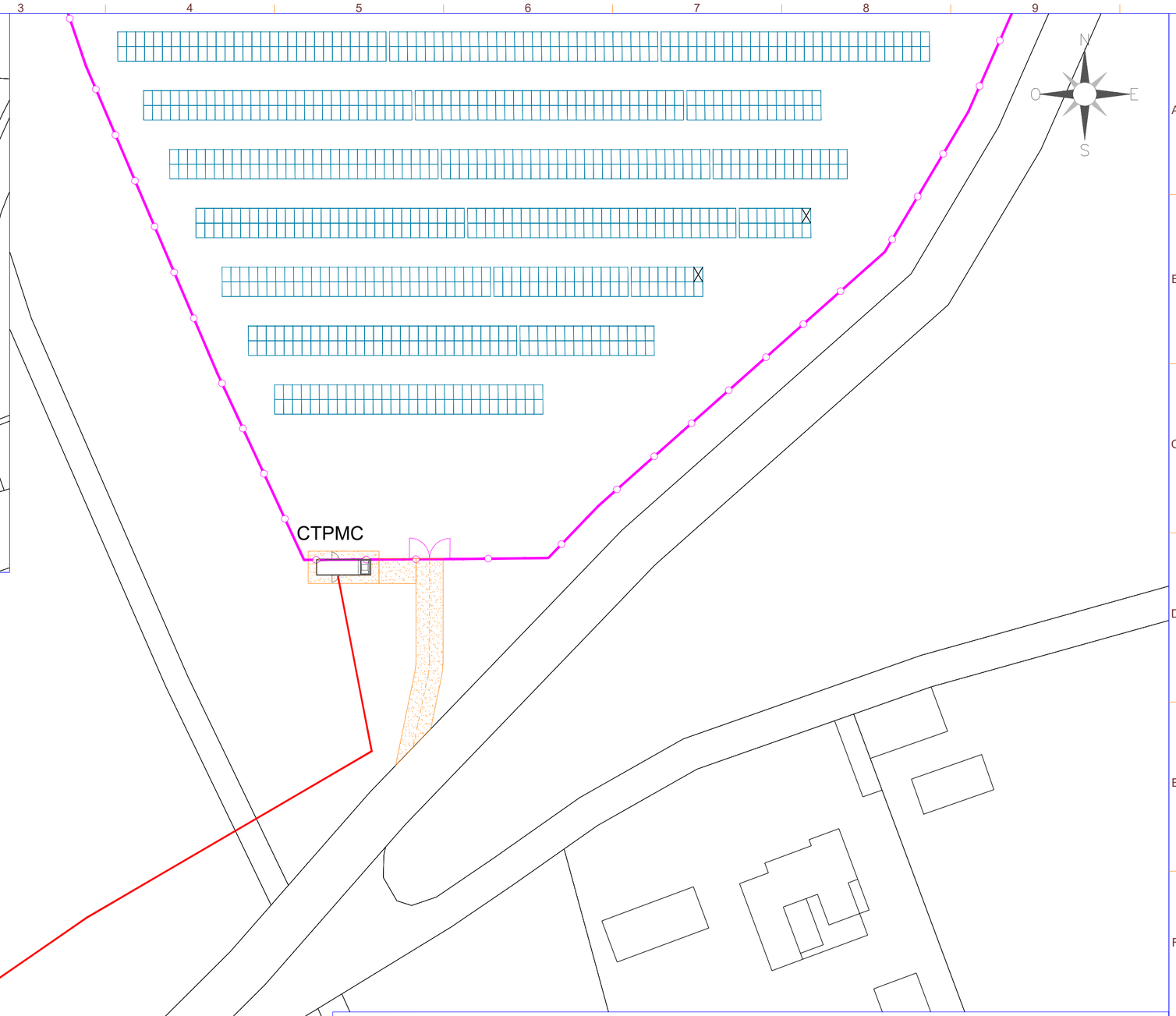
FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

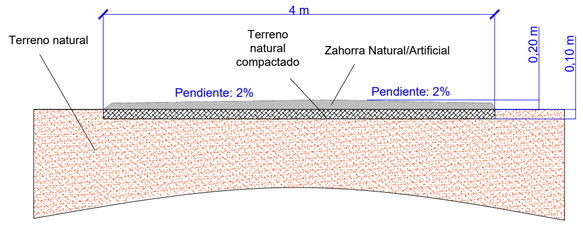
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1053-GE-DRW-RNX-03-AFECCIONES LÍNEA TELEFONICA.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO



DETALLE DE SECCIÓN



COMPOSICION:
- Retirada de capa superficial de tierra vegetal
- Terreno natural eliminando la capa de raíces
- Compactación del terreno natural

FIRME:
20 cm de zahorra compactada al 90-95% PN

VIALES DE ACCESO A PLANTA

Cantidad	Descripción
45 m aprox.	Longitud del Camino
180 m²	Área del Camino
18 m³	Volumen de material compactado
36 m³	Volumen de tierra vegetal
20 cm	Espesor de la capa del camino

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea de extensión

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: OBRA CIVIL

Nº PLANO: 1105-CV

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	30.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO

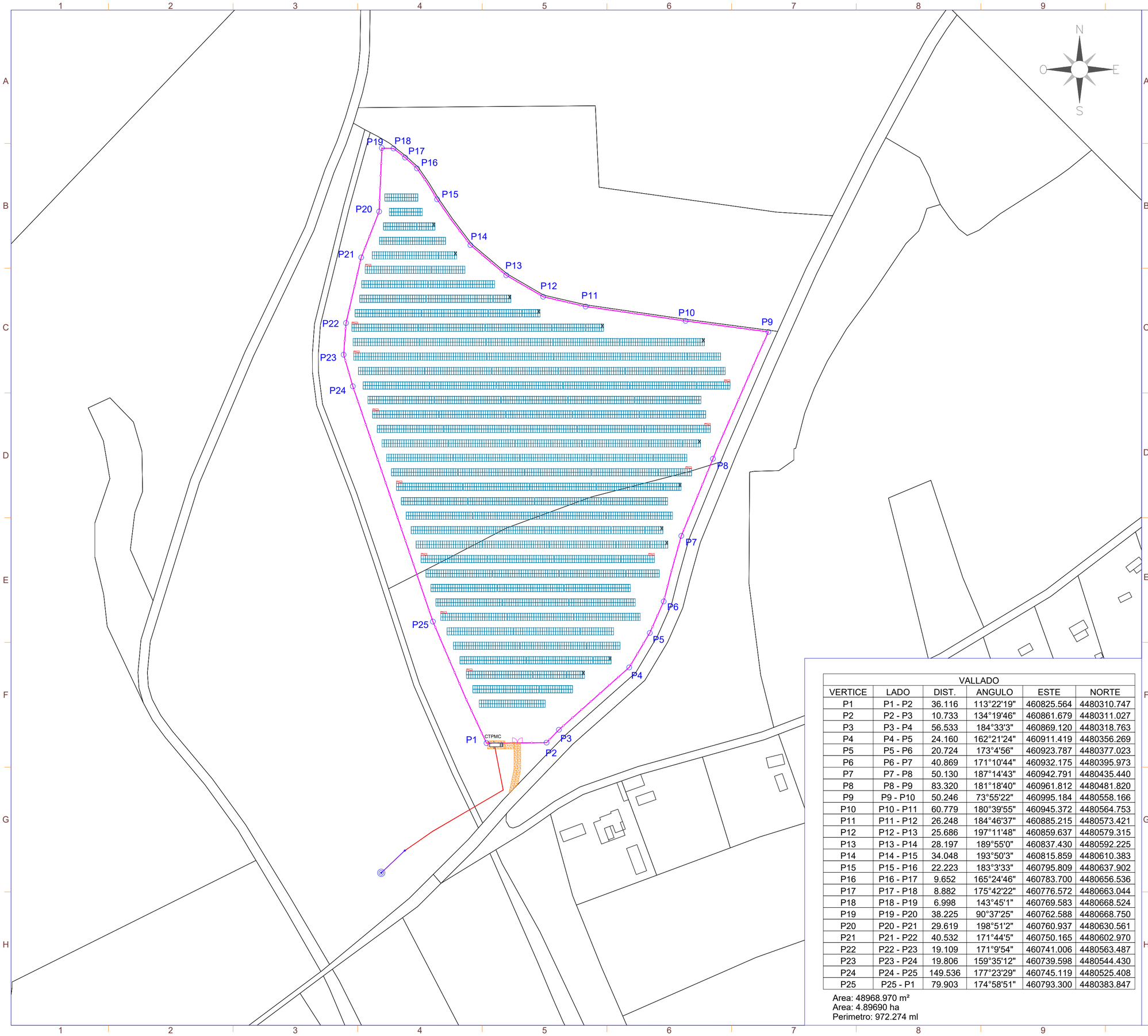
D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582031
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

SPA-2024.12-CAS-1105-CV-DRW-RNX-02-OBRA CIVIL.DWG



VALLADO					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	36.116	113°22'19"	460825.564	4480310.747
P2	P2 - P3	10.733	134°19'46"	460861.679	4480311.027
P3	P3 - P4	56.533	184°33'3"	460869.120	4480318.763
P4	P4 - P5	24.160	162°21'24"	460911.419	4480356.269
P5	P5 - P6	20.724	173°4'56"	460923.787	4480377.023
P6	P6 - P7	40.869	171°10'44"	460932.175	4480395.973
P7	P7 - P8	50.130	187°14'43"	460942.791	4480435.440
P8	P8 - P9	83.320	181°18'40"	460961.812	4480481.820
P9	P9 - P10	50.246	73°55'22"	460995.184	4480558.166
P10	P10 - P11	60.779	180°39'55"	460945.372	4480564.753
P11	P11 - P12	26.248	184°46'37"	460885.215	4480573.421
P12	P12 - P13	25.686	197°11'48"	460859.637	4480579.315
P13	P13 - P14	28.197	189°55'0"	460837.430	4480592.225
P14	P14 - P15	34.048	193°50'3"	460815.859	4480610.383
P15	P15 - P16	22.223	183°3'33"	460795.809	4480637.902
P16	P16 - P17	9.652	165°24'46"	460783.700	4480656.536
P17	P17 - P18	8.882	175°42'22"	460776.572	4480663.044
P18	P18 - P19	6.998	143°45'1"	460769.583	4480668.524
P19	P19 - P20	38.225	90°37'25"	460762.588	4480668.750
P20	P20 - P21	29.619	198°51'2"	460760.937	4480630.561
P21	P21 - P22	40.532	171°44'5"	460750.165	4480602.970
P22	P22 - P23	19.109	171°9'54"	460741.006	4480563.487
P23	P23 - P24	19.806	159°35'12"	460739.598	4480544.430
P24	P24 - P25	149.536	177°23'29"	460745.119	4480525.408
P25	P25 - P1	79.903	174°58'51"	460793.300	4480383.847

Area: 48968.970 m²
Area: 4.89690 ha
Perimetro: 972.274 ml

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea de extensión

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: VALLADO

Nº PLANO: 1110-CV

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	30.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio M
Colegiado nº
Colegio Ofici
Técnicos Indu

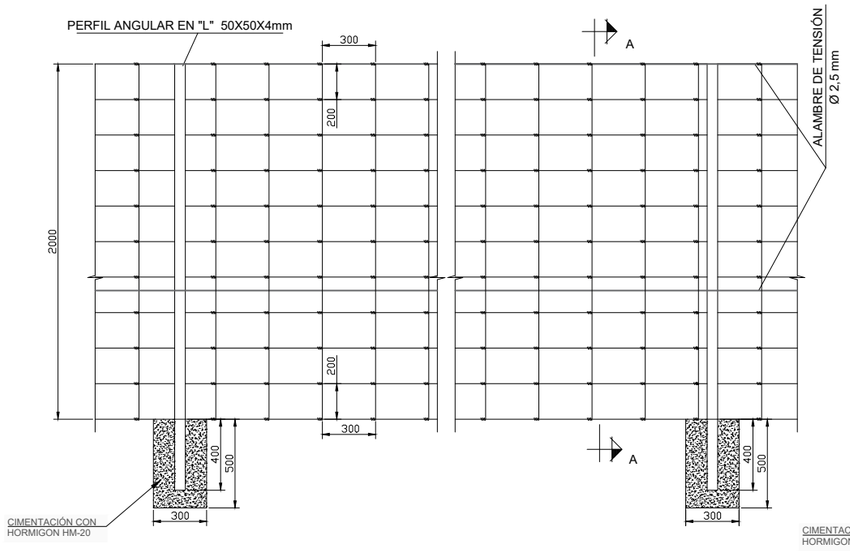
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

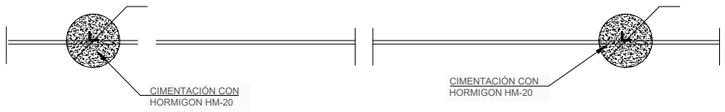
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

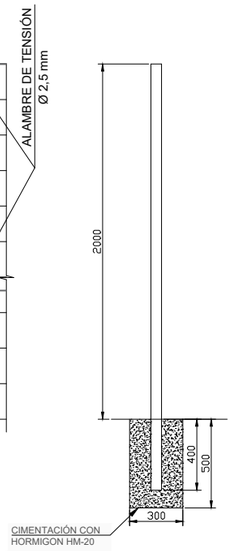
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1110-CV-DRW-RNX-02-VALLADO.DWG



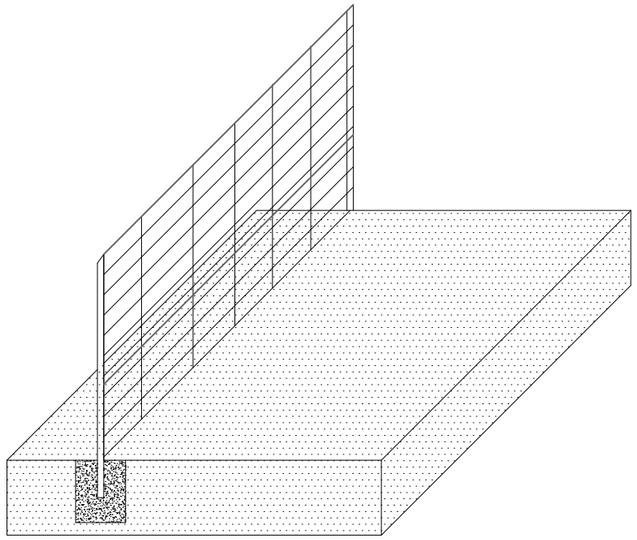
VALLA CERRAMIENTO DE MALLA ANUDADA CINEGETICA 200 cm



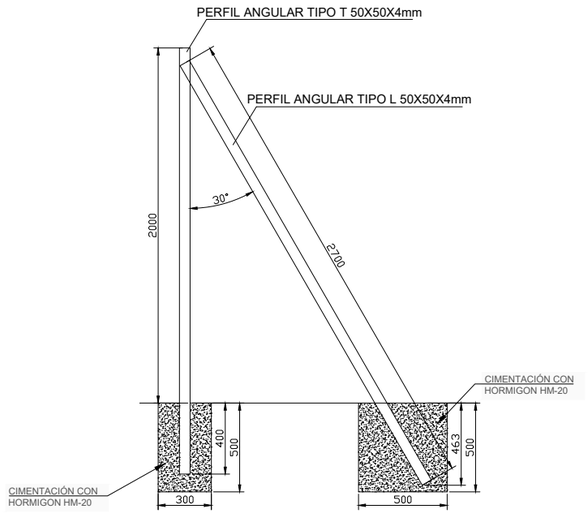


SECCIÓN A-A

POSTE INTERMEDIO

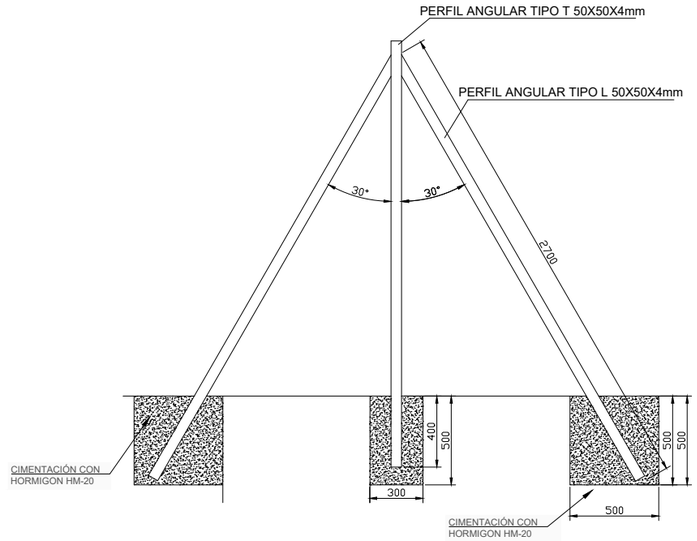


ISOMETRICO VALLADO



POSTE INTERMEDIO

POSTE EN ESQUINA Y EXTREMO



POSTE DE TENSIÓN

POSTE INTERMEDIO

SE COLOCA TAMBIEN EN CAMBIOS DE ALINEACION VERTICAL O EN CAMBIO DE ALINEACION HORIZONTAL CON ANGULO >145°

NOTAS:

- La altura máxima será de 2 metros.
- La malla a colocar será metálica anudada de tipo ganadero, debiendo respetar las siguientes medidas 200/20/30 (altura / separación entre hilos horizontales / separación entre hilos verticales, en cm). Se recomienda que la sujeción de la malla se realice mediante postes de madera tratada para una mejor integración en el paisaje del entorno.
- De forma alternativa se podrá utilizar otro diseño de malla, siempre y cuando se dispongan un cuadro inferior de 15x30 cm (separación entre hilos horizontales / separación entre hilos verticales, en cm).
- No tendrá ni anclaje al suelo ni cable tensor inferior.
- No podrá contar con voladizos o con visera superior.
- En cualquier caso, carecerá de elementos cortantes o punzantes, dispositivos o trampas que permitan la entrada de fauna silvestre que impidan o dificulten su salida. No se permite en ningún caso tener incorporados dispositivos para conectar corriente eléctrica.
- Cumplirá con la normativa vigente en la Comunidad Valenciana.

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE VALLADO

Nº PLANO: 1115-CV

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: SE

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	30.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

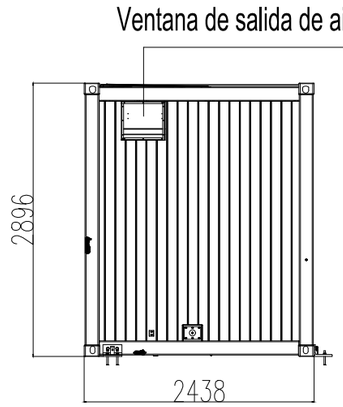
FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

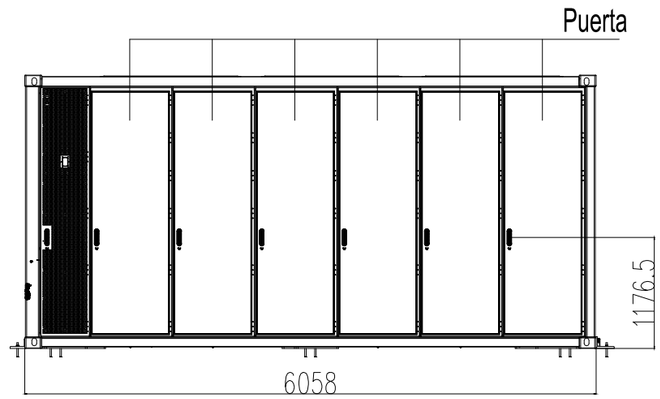
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1115-CV-DRW-RNX-01-DETALLE VALLADO.DWG

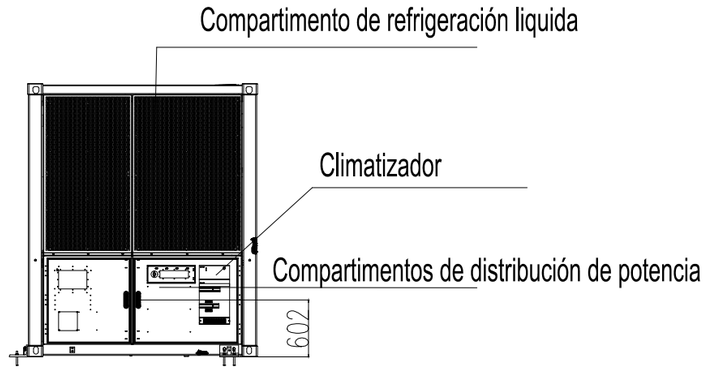
Diagrama de disposición de Smart String ESS



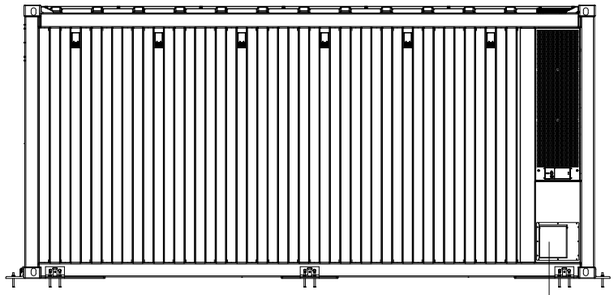
Vista derecha



Vista frontal

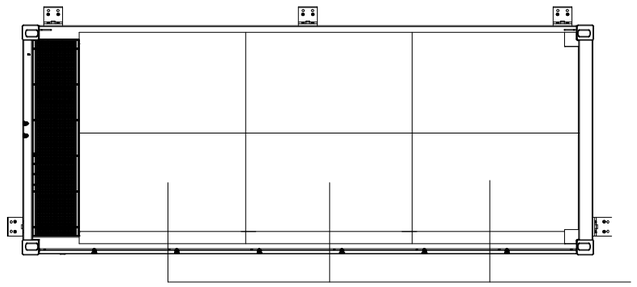


Vista Izquierda



Vista posterior

Ventana de admisión de escape de aire activo

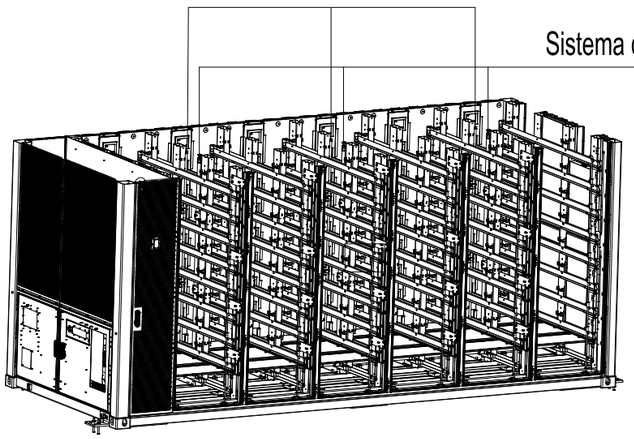


Vista superior

Tapa contenedor

Extinción de incendios por gas (opcional)

Sistema contraincendios



Nota: Solo para referencia

Nota:
Cotas en mm

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE ESS FUTURO

Nº PLANO: 1116-EL

HOJA: 1 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	13.12.2024	R.C.C.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1ª-1º 13005 Ciudad Real

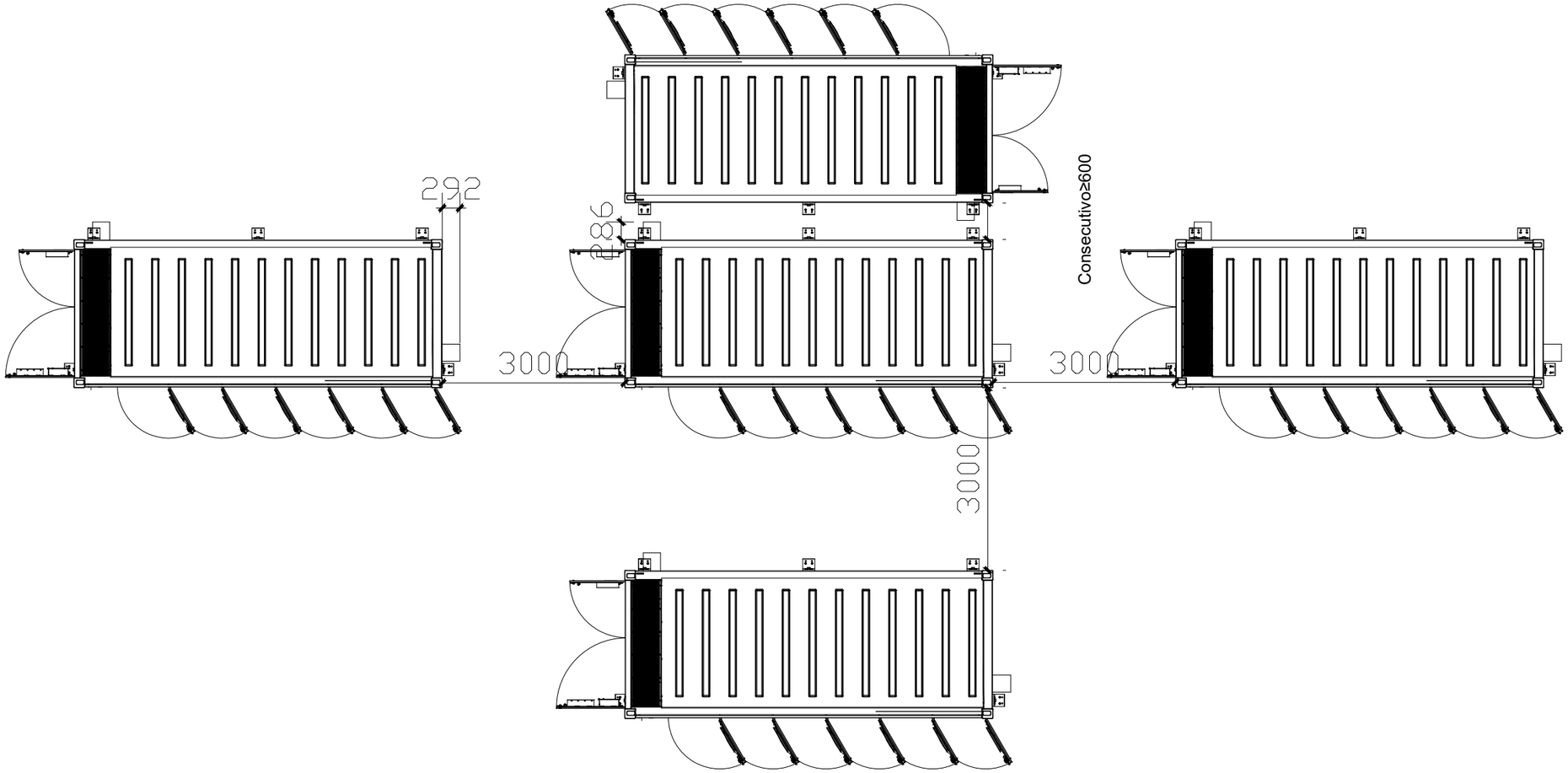
FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1116-EL-DRW-RNX-01-DETALLE ESS FUTURO.DWG

N+1Disposición del sistema de almacenamiento de energía



Nota: Solo para referencia

Nota:
Cotas en mm

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE ESS FUTURO

Nº PLANO: 1116-EL

HOJA: 2 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	13.12.2024	R.C.C.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

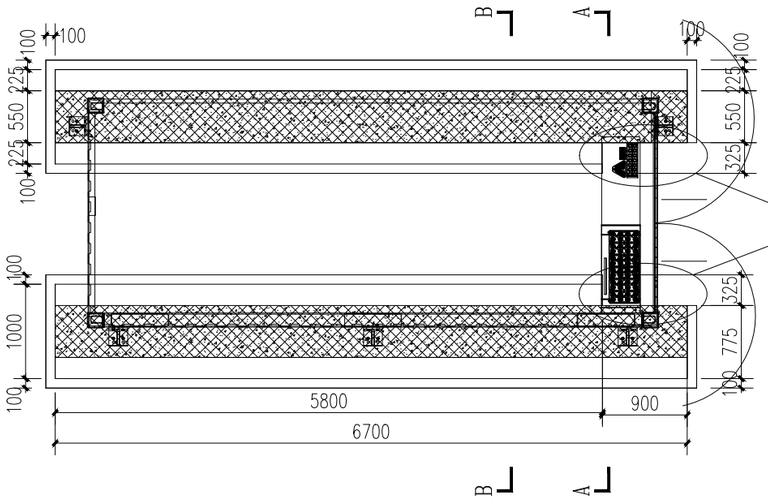
FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

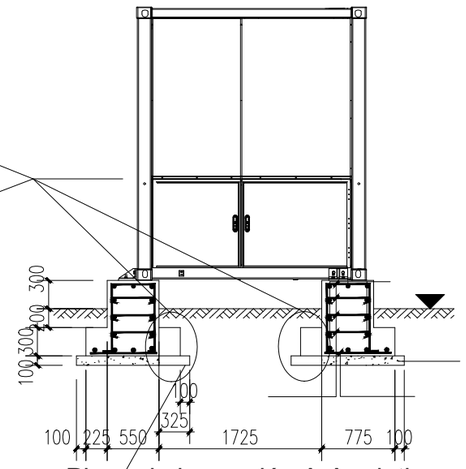
LA INFORMACION PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1116-EL-DRW-RNX-01-DETALLE ESS FUTURO.DWG

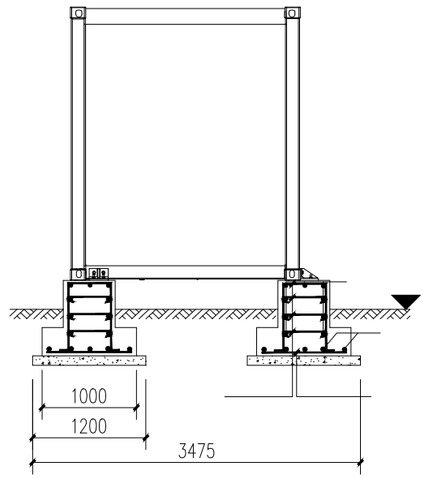
Almacenamiento de energía en cadena inteligente N+1 diagrama de cimentación del contenedor



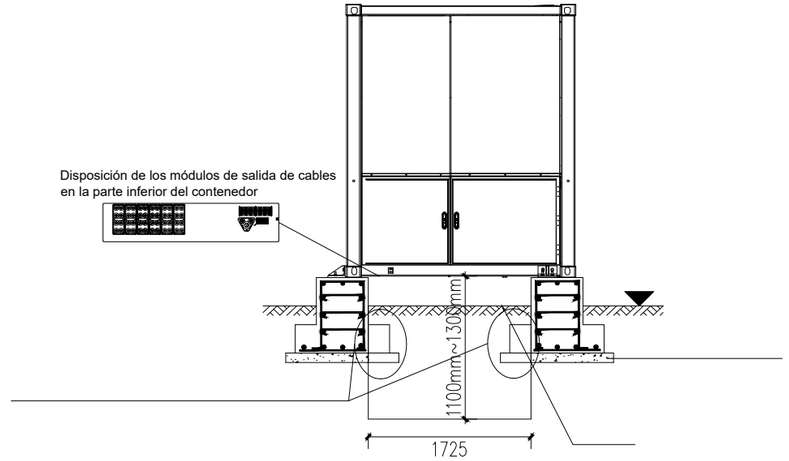
Plano Layout Cimentaciones



Plano de la sección A-A ndation



Plano de la sección B-Bndation



A-A

Notas:
1. Este dibujo es sólo de referencia. El dibujo detallado está sujeto al diseño de ingeniería real.
2. El peso total del ESS no debe superar las 45 toneladas.
3. El suelo de cimentación debe ser un estrato de suelo natural inalterado, y el valor característico de la capacidad de carga de la cimentación debe ser mayor o igual a 100 kPa. Si la capa de suelo en la elevación de diseño no cumple los requisitos, excave hasta la capa de suelo que cumpla los requisitos y utilice arena y grava en una proporción de 3:7 para rellenar hasta la elevación de diseño. Compacte cada capa. El espesor de cada capa debe ser inferior o igual a 300 mm. La anchura de cada lado de la superficie inferior de la zapata de sustitución debe ser mayor o igual que la anchura del lado de cimentación correspondiente más 1,2 veces el grosor total de la zapata de sustitución. El factor de compactación de la almohadilla de sustitución debe ser mayor o igual a 0,97.
4. El grado de hormigón de los cimientos es C30. El grosor de la capa protectora debe ser de al menos 50 mm. El grado de hormigón de la plataforma es C15. Los cuatro lados de la plataforma son 100 mm más anchos que los cimientos.
5. Una vez excavados los cimientos, evite que entre agua en ellos. Si entra agua en los cimientos, excave y rellene las partes afectadas.
6. El error de elevación de la superficie superior de la cimentación (columna) debe ser menor o igual a 5 mm.
7. La cimentación debe estar por encima del nivel de agua más alto de la zona en la historia y el ESS debe estar al menos 300 mm por encima del nivel del suelo.
8. Construir instalaciones de drenaje basadas en las condiciones geológicas locales y los requisitos municipales de drenaje para garantizar que no se acumule agua en los cimientos del equipo.

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1116-EL-DRW-RNX-01-DETALLE ESS FUTURO.DWG

nexer

Nota:
Cotas en mm

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE ESS FUTURO

Nº PLANO: 1116-EL

HOJA: 3 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	13.12.2024	R.C.C.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

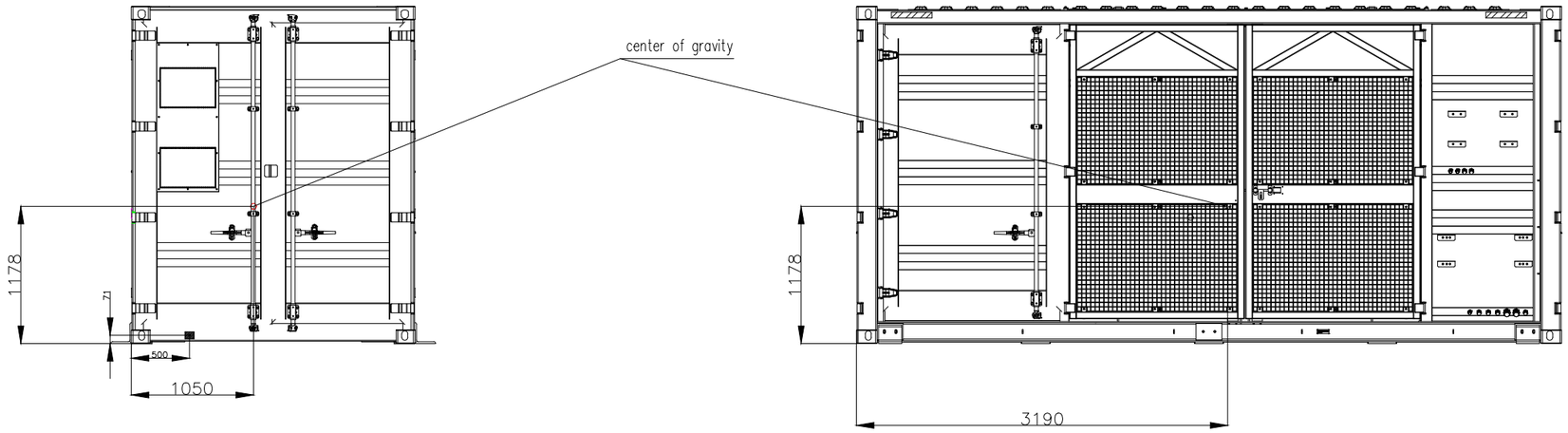
D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

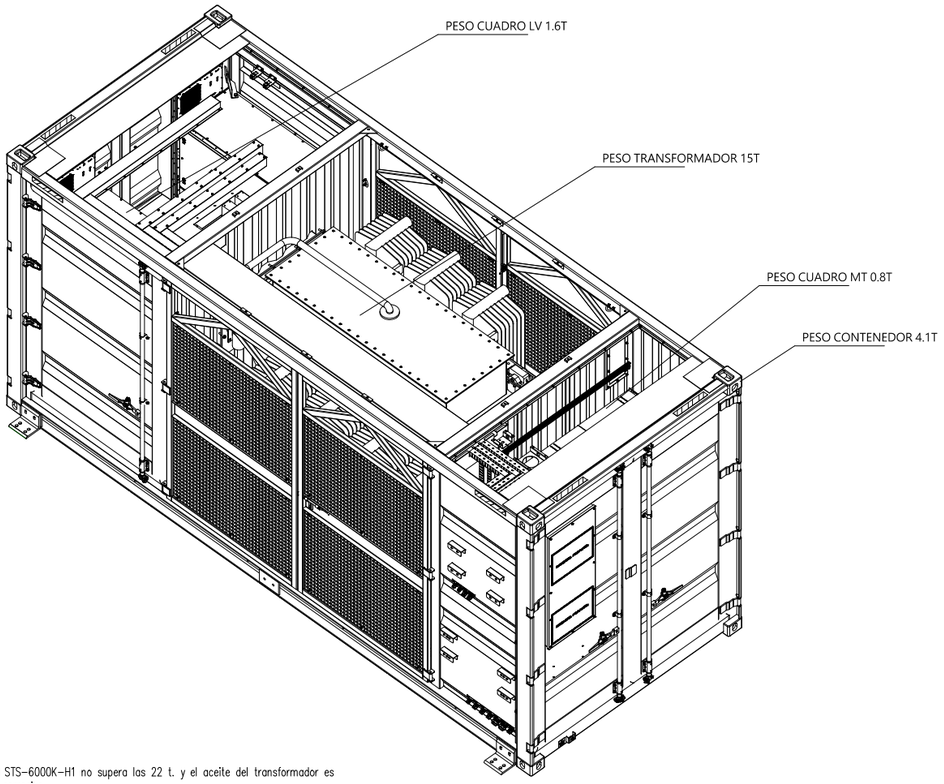
ENERMAT RENOVABLES
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

Planos de dimensiones con pesos y centro de gravedad para STS-6000K-H1





1. El peso del STS-6000K-H1 no supera las 22 t. y el aceite del transformador es aceite mineral, no corrosivo.
Y el volumen de aceite del transformador es de aproximadamente 3850L (alrededor de 3,4t).

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1117-EL-DRW-RNX-01-DETALLE CT BESS FUTURO.DWG

nexer

Nota:
Cotas en mm

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE CT BESS FUTURO

Nº PLANO: 1117-EL

HOJA: 1 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

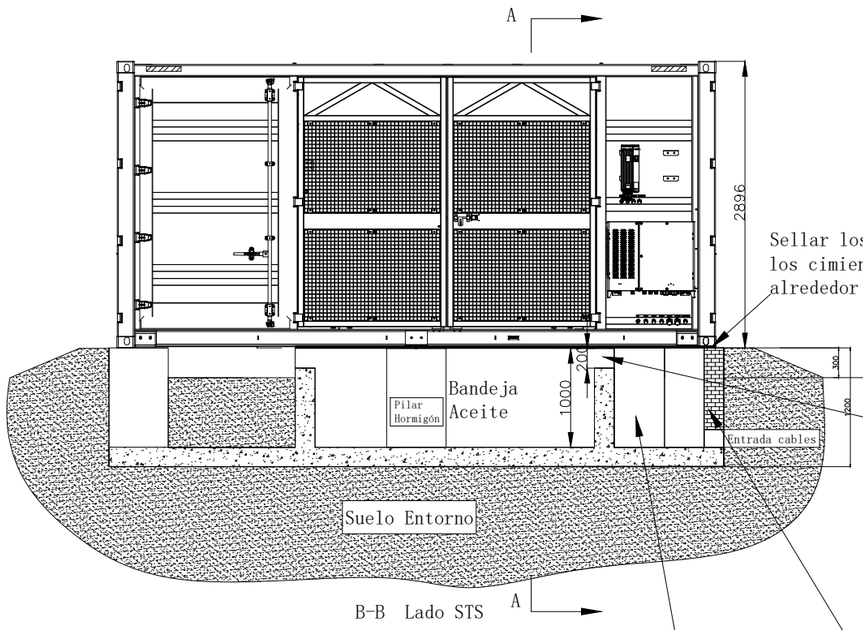
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	13.12.2024	R.C.C.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:
D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

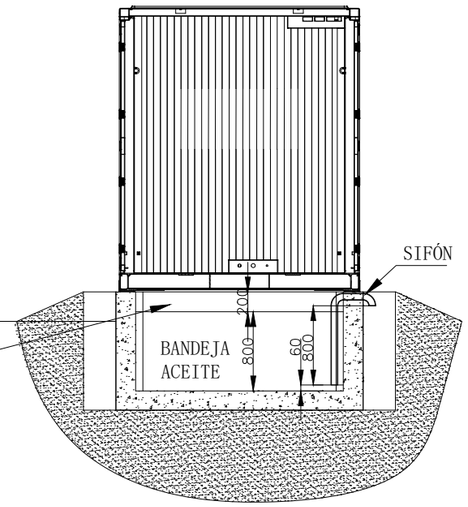
ENERMAT RENOVABLES
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

Planos cimentaciones STS-6000K-H1/STS-3000K-H1



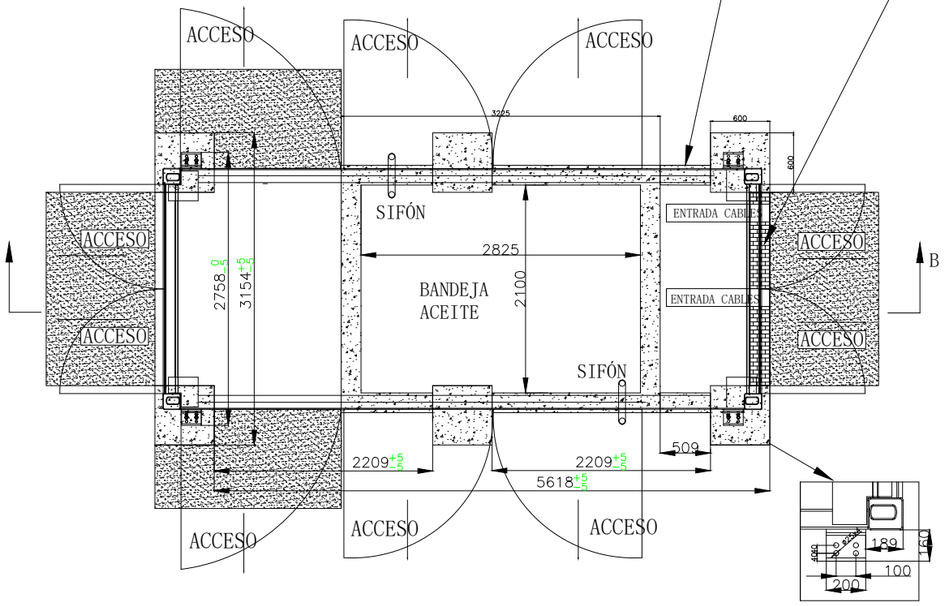
B-B Lado STS



A-A LADO STS

Muro de Hormigón

Ladrillos desmontables para el tendido de cables.



VISTA DETALLE
2:1

Los requisitos técnicos:

1. El contenedor se colocará en el centro de los cimientos. La altura de los cimientos es el requisito mínimo que se puede aumentar de acuerdo con otras condiciones del sitio.
2. El contorno de la estación transformadora inteligente es largo*ancho:6058mm*2438mm.
3. La escalera de acceso al sótano de cables no debe bloquear la entrada y salida de los cables de baja tensión y media tensión.
4. El peso del STS-6000K-H1 no es superior a 22 t. y el aceite del transformador es aceite mineral, no corrosivo. Y el volumen de aceite del transformador es de unos 3850L (alrededor de 3,4t).
5. El peso de STS-3000K-H1 no es más de 15 t. y el aceite del transformador es aceite mineral, no corrosivo. y el volumen de aceite del transformador es de aproximadamente 1880L (alrededor de 1,65t).
6. Las demás dimensiones se determinarán según las condiciones de la obra.
7. La resistencia mecánica del hormigón y la cantidad y distribución de las barras de acero reforzado se determinarán en función de los cálculos de carga y esfuerzo y de la normativa local sobre construcción civil.

Nota:
Cotas en mm

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE CT BESS FUTURO

Nº PLANO: 1117-EL

HOJA: 2 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	13.12.2024	R.C.C.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

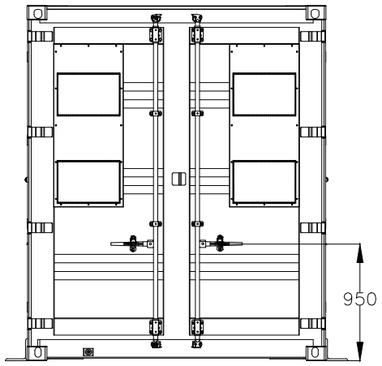
FASE PROYECTO:

[XX] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

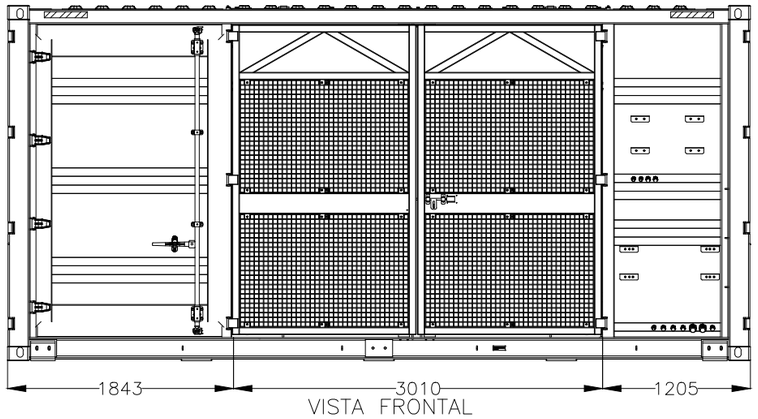
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1117-EL-DRW-RNX-01-DETALLE CT BESS FUTURO.DWG

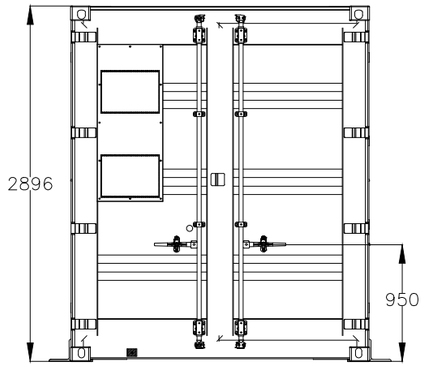
Planos layout STS-6000K-H1



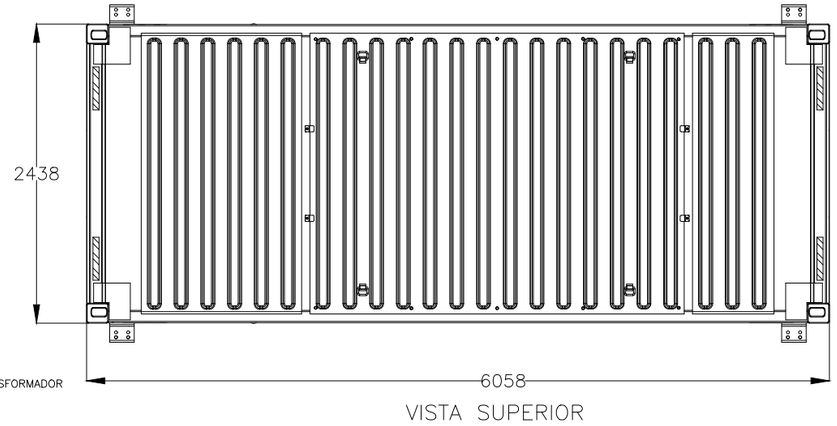
VISTA IZQUIERDA



VISTA FRONTAL

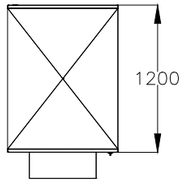


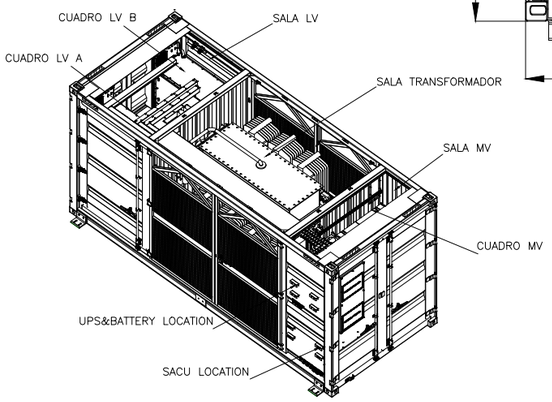
VISTA DERECHA



VISTA SUPERIOR

Sistema SSAA





Nota:
Cotas en mm

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE CT BESS FUTURO

Nº PLANO: 1117-EL

HOJA: 3 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	13.12.2024	R.C.C.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

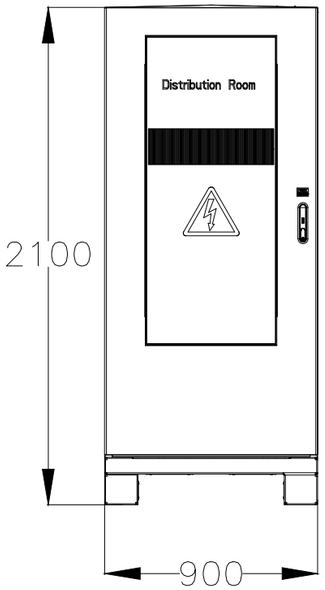
FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

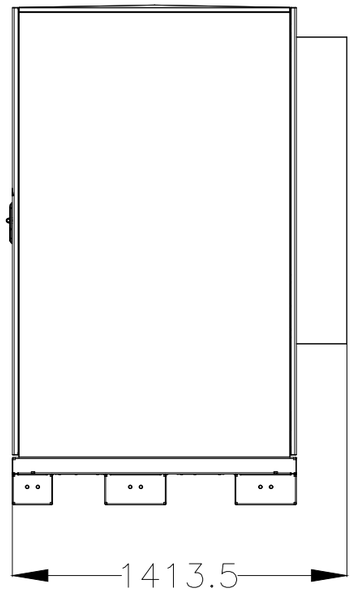
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1117-EL-DRW-RNX-01-DETALLE CT BESS FUTURO.DWG

Planos layout Sistema SSAA DTS-200K

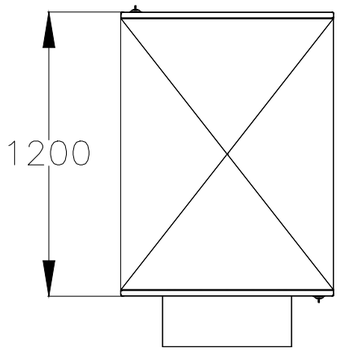


VISTA FRONTAL

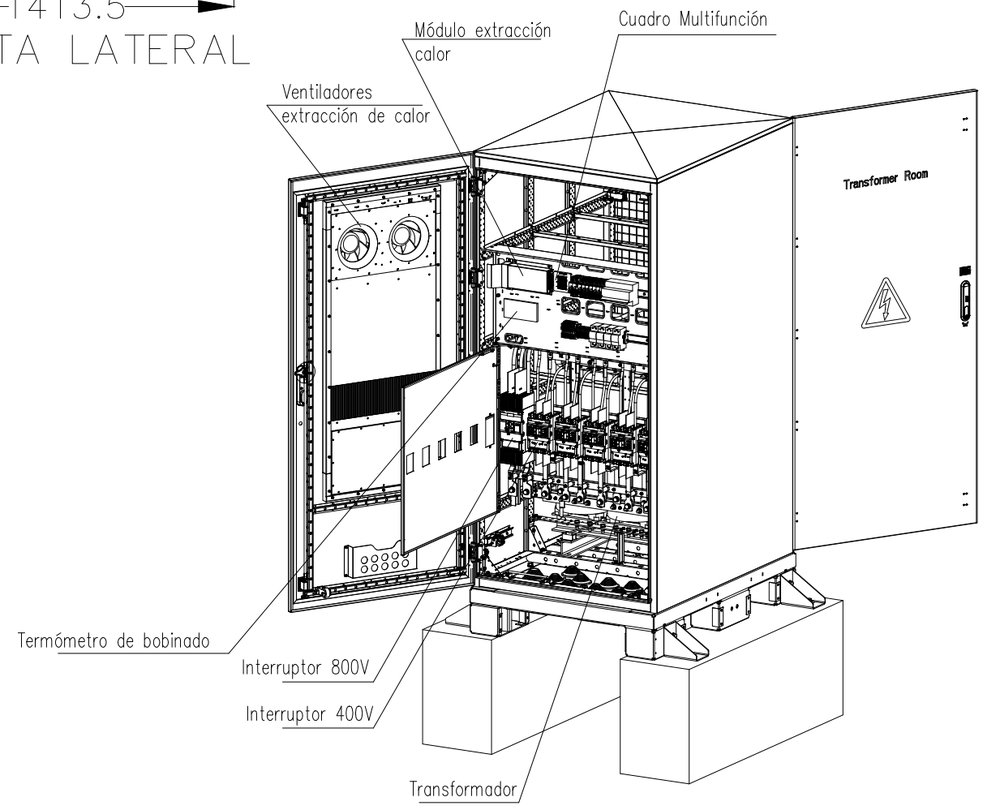


VISTA LATERAL

VISTA TRASERA



VISTA SUPERIOR



Nota:
Cotas en mm

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE CT BESS FUTURO

Nº PLANO: 1117-EL

HOJA: 4 DE 4

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	13.12.2024	R.C.C.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

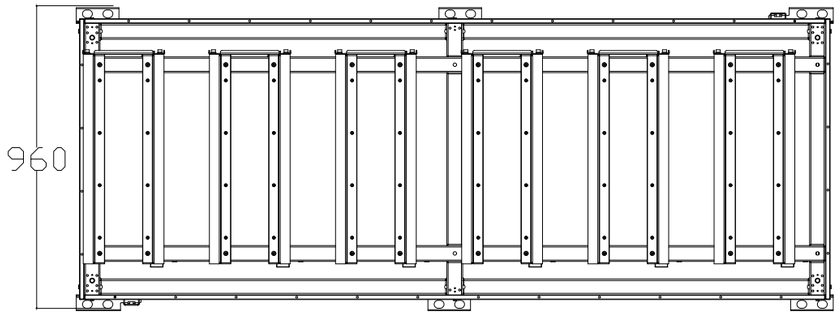
FASE PROYECTO:

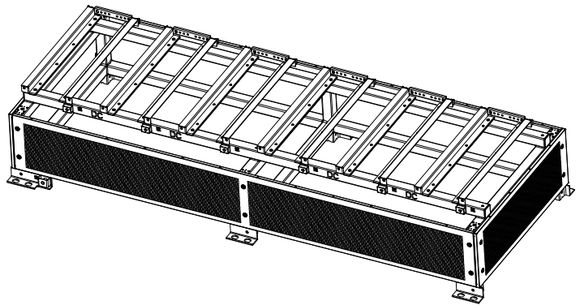
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

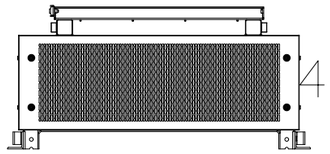
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

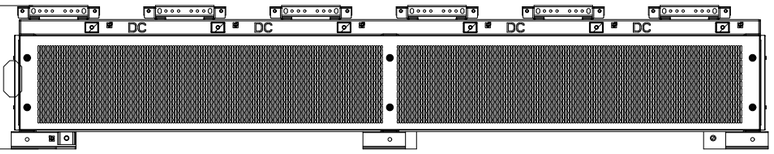
SPA-2024.12-CAS-1117-EL-DRW-RNX-01-DETALLE CT BESS FUTURO.DWG

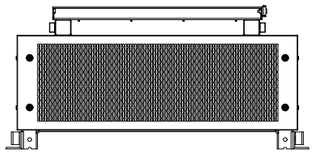
Dimensiones del soporte base LUNA2000-213KTL-H0 PCS

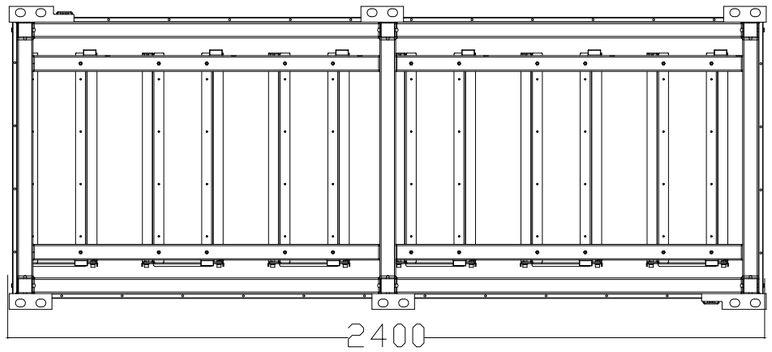












Nota:
Cotas en mm

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE PCS BESS FUTURO

Nº PLANO: 1118-EL

HOJA: 1 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	13.12.2024	R.C.C.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

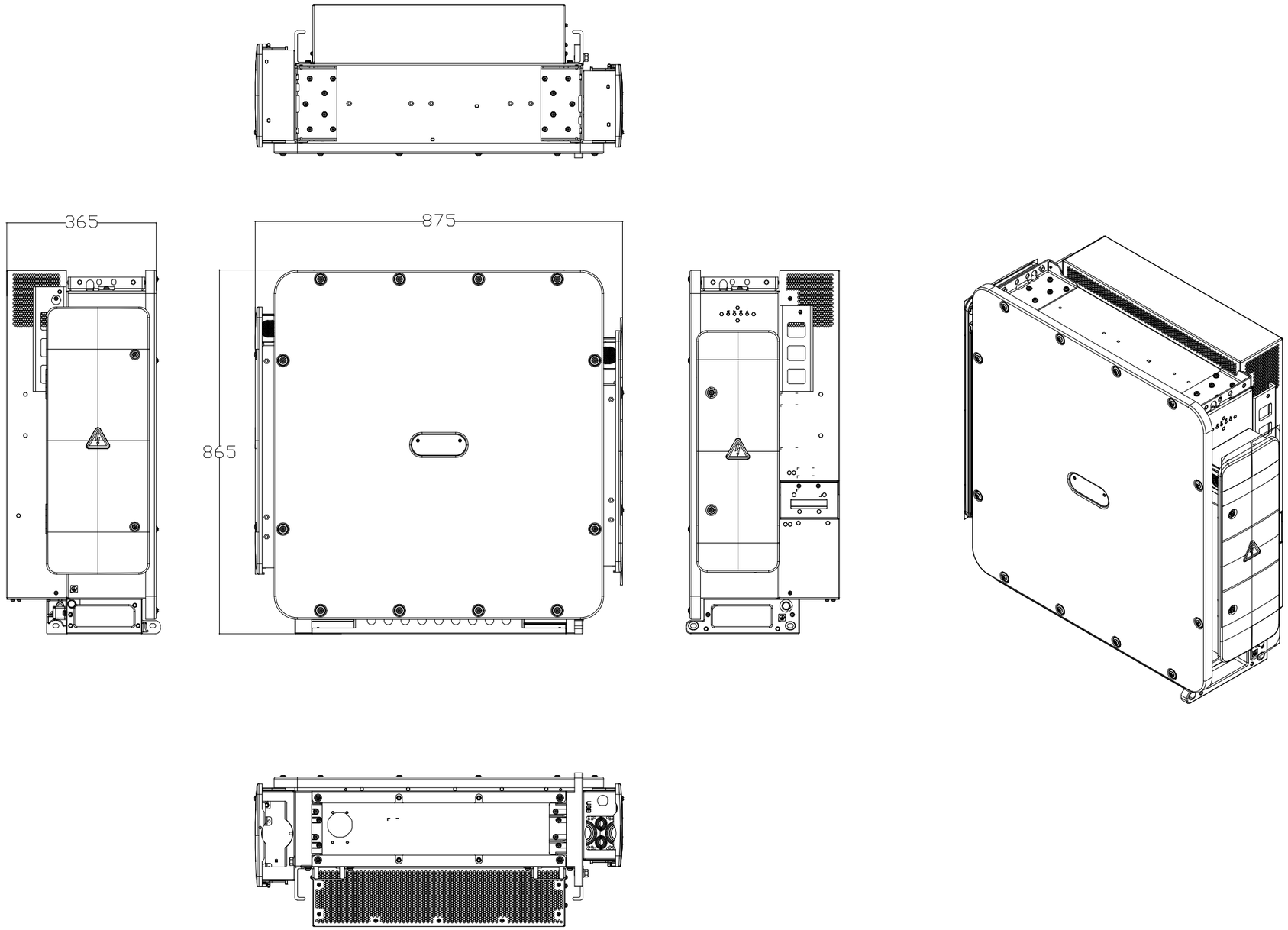
FASE PROYECTO:

XX Desarrollo ☐ Contrato ☐ Construcción ☐ As Built

LA INFORMACION PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1118-EL-DRW-RNX-01-DETALLE PCS FUTURO.DWG

Dimensiones generales del LUNA2000-213KTL-H0 PCS



Nota:
Cotas en mm

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE PCS BESS FUTURO

Nº PLANO: 1118-EL

HOJA: 2 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	13.12.2024	R.C.C.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582231
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

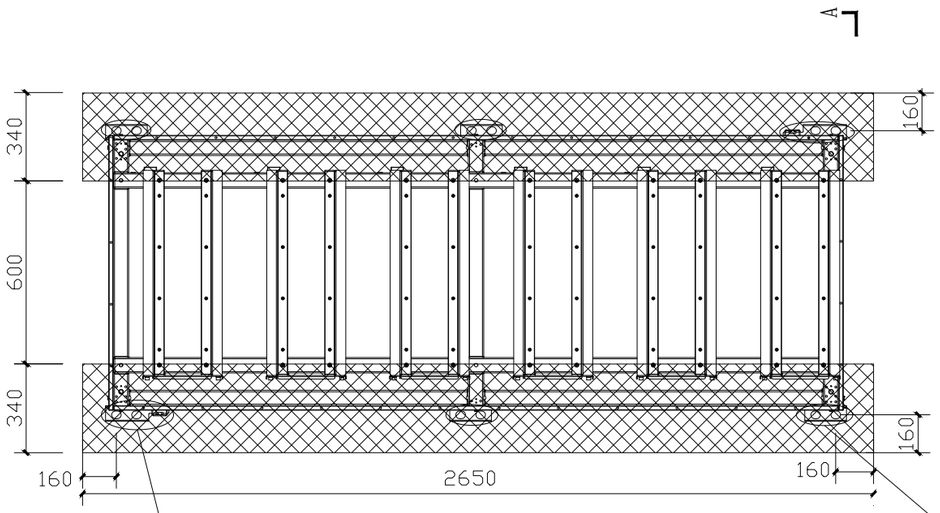
FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

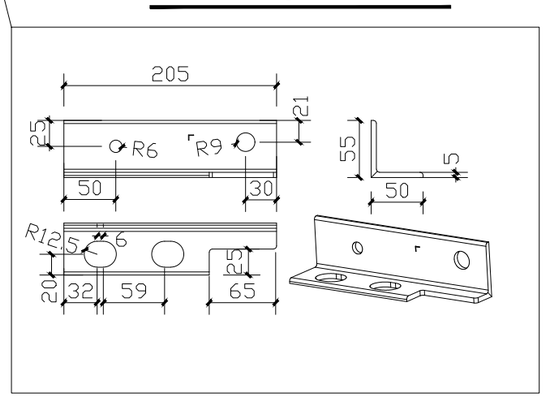
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

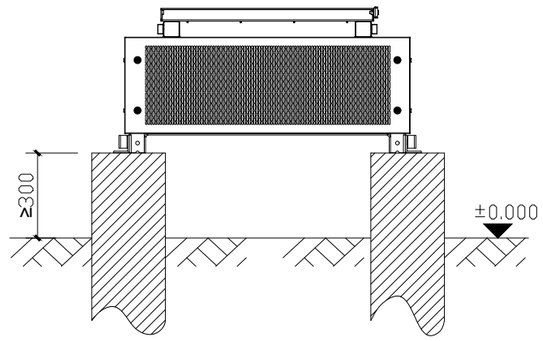
SPA-2024.12-CAS-1118-EL-DRW-RNX-01-DETALLE PCS FUTURO.DWG

LUNA2000-213KTL-H0 Fundación de Soporte PCS

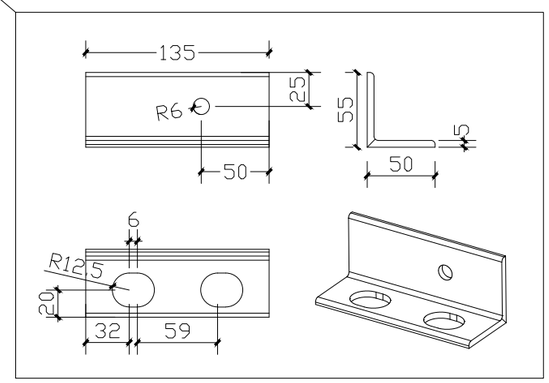


Plano Cimentación





Sección A-A



Notas:

1. Este dibujo es sólo de referencia. Las cantoneras de apoyo y las placas de apoyo deben estar en contacto directo con la cimentación. El dibujo detallado está sujeto al diseño de ingeniería real.
2. El peso total del sistema no supera 1 tonelada, y las dimensiones (ancho x alto x fondo) son 2400 mm x 960 mm x 1340 mm.
3. El grado recomendado del hormigón de cimentación es C30 o superior, y la proporción de armadura cumple la normativa local.
4. El error de elevación superior de la cimentación (pilote) no será superior a 5 mm;
5. La parte constructora deberá tener en cuenta el coeficiente de compactación de la capa de suelo para evitar asentamientos, y realizar mediciones con regularidad. Si se producen asentamientos desiguales, se utilizarán bloques de nivelación,
Cumplir con el requisito de que el error de la elevación superior no sea mayor de 5mm;
6. La cimentación debe estar más alta que el nivel histórico local más alto de agua y la altura más alta de nieve, y el soporte debe estar al menos 300 mm más alto que el suelo.
7. Construir las instalaciones de drenaje correspondientes basándose en la geología local y el drenaje municipal para garantizar que no se produzcan encharcamientos en los cimientos del equipo.

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1118-EL-DRW-RNX-01-DETALLE PCS FUTURO.DWG

nexer

Nota:
Cotas en mm

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE PCS BESS FUTURO

Nº PLANO: 1118-EL

HOJA: 3 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	13.12.2024	R.C.C.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

ENERMAT RENOVABLES

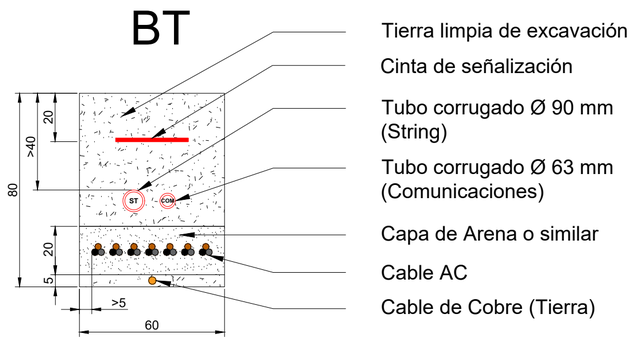
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

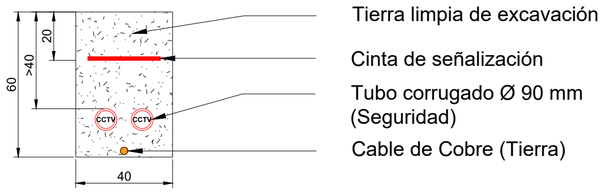
[XX] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

TIPOLOGIA Y DIMENSIONES DE ZANJAS PLANTA FV

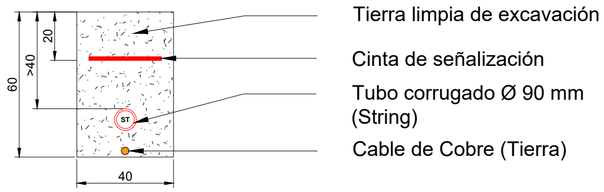
BT



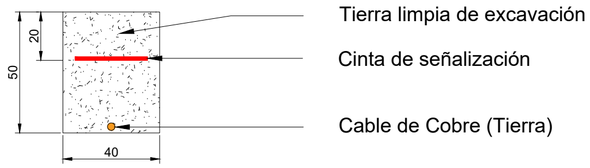
CCTV



ST



GD



NOTAS:

- Todos los tramos del zanjeado que formen 90 grados deben hacerse con un radio mínimo de 2 m. para garantizar la seguridad del cableado.
- Las zanjas deben estar señalizadas.
- Las zanjas deben compactarse en capas de un grosor máximo de 300 mm. para evitar el posterior hundimiento del suelo. Se recomienda dejar 10 cm. de relleno por encima del nivel cero del suelo.
- Los cables deben instalarse en canales o tubos de protección a la salida y entrada de la zanja, para ser protegidos de los rayos ultravioleta (sólo los cables no solares) y de los esfuerzos mecánicos.
- Los tubos deben ser sellados en sus extremos con productos que impidan la entrada de agua y su degradación con los rayos UV.
- La distancia de las zanjas a la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos o cualquier otro elemento debe ser de al menos 2 m. en la medida de lo posible.

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLES ZANJAS

Nº PLANO: 1125-CV

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2" (A4 A3 A2 A1 A0)

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	30.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POF

D. Antonio Moren
Colegiado nº 1.32
Colegio Oficial de
Técnicos Industria

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13566201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

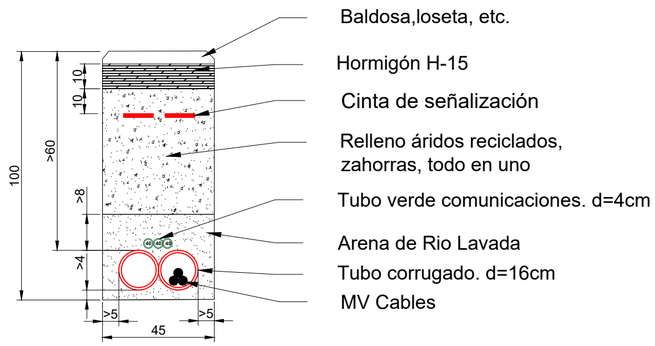
FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

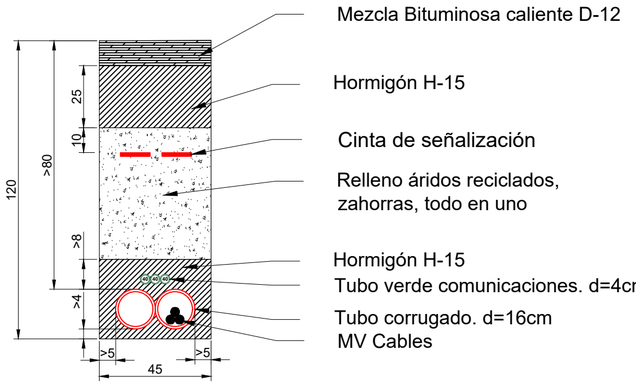
SPA-2024.12-CAS-1125-CV-DRW-RNX-01-DETALLES ZANJAS.DWG

TIPOLOGÍA DE ZANJA DE LÍNEA DE EVACUACIÓN

CANALIZACIÓN EN ACERA/TIERRA



CANALIZACIÓN EN CALZADA



En base a la normativa de aplicación para zanjas de líneas de Media Tension, recogida en la **INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA ITC-LAT 06.LÍNEAS SUBTERRÁNEAS CON CABLES AISLADOS** del 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, las zanjas tendrán las siguientes características:

- La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.
- 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.

NOTAS:

- Todos los tramos del zanjeado que formen 90 grados deben hacerse con un radio mínimo de 2 m. para garantizar la seguridad del cableado.
- Las zanjas deben estar señalizadas.
- Las zanjas deben compactarse en capas de un grosor máximo de 300 mm. para evitar el posterior hundimiento del suelo. Se recomienda dejar 10 cm. de relleno por encima del nivel cero del suelo.
- Los cables deben instalarse en canales o tubos de protección a la salida y entrada de la zanja, para ser protegidos de los rayos ultravioleta (sólo los cables no solares) y de los esfuerzos mecánicos.
- Los tubos deben ser sellados en sus extremos con productos que impidan la entrada de agua y su degradación con los rayos UV.
- La distancia de las zanjas a la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos o cualquier otro elemento debe ser de al menos 2 m. en la medida de lo posible.

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLES ZANJAS

Nº PLANO: 1125-CV

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	30.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Morer
Colegiado nº 1.32
Colegio Oficial de
Técnicos Industria

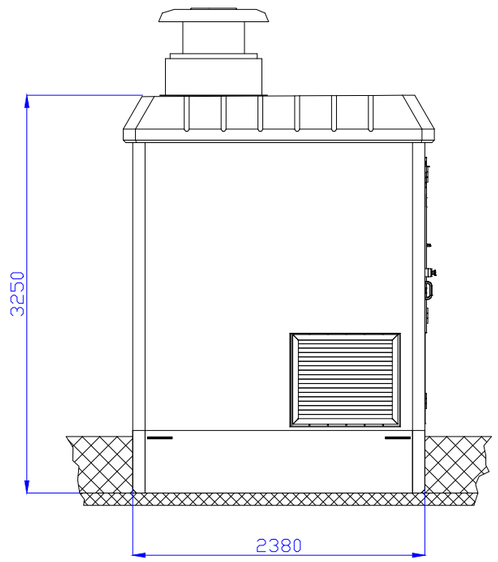
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13566201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

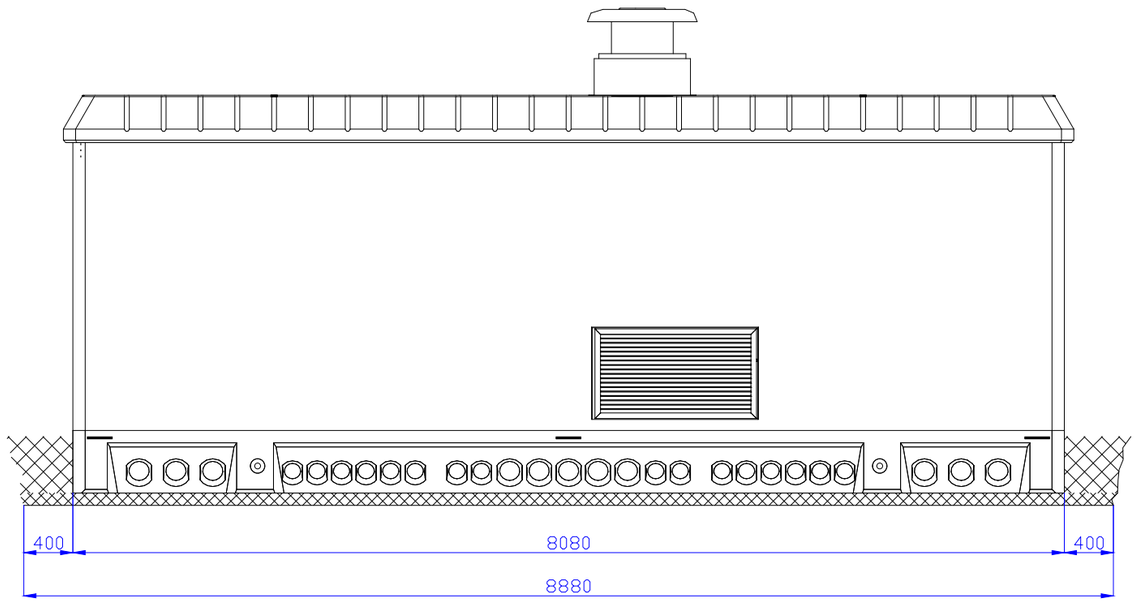
FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

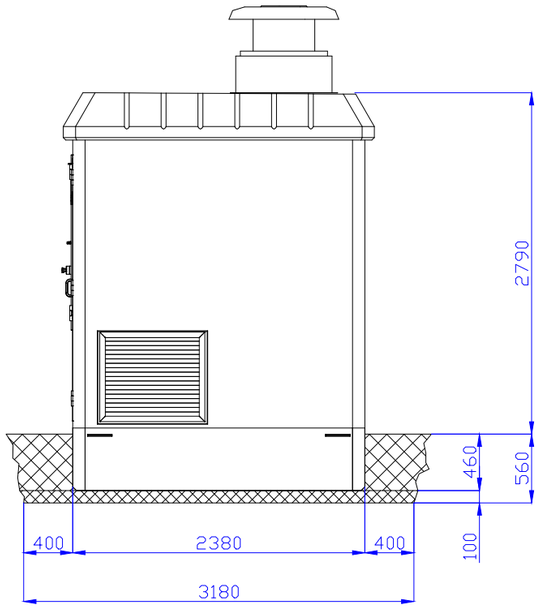
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO, QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

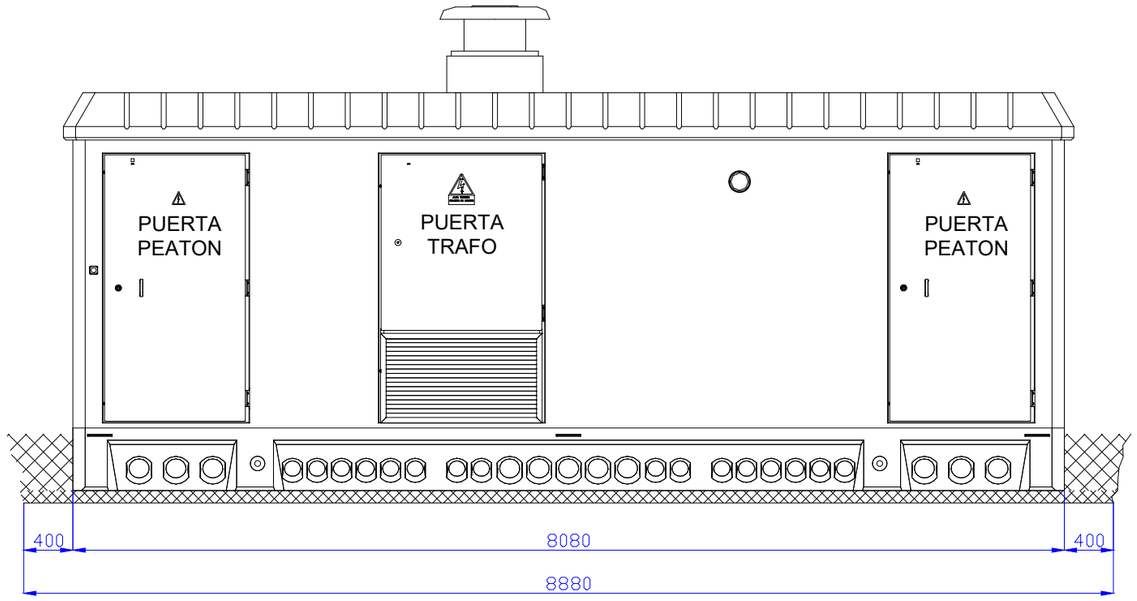
SPA-2024.12-CAS-1125-CV-DRW-RNX-01-DETALLES ZANJAS.DWG





VISTA POSTERIOR





VISTA FRONTAL

NOTAS:

- Las señales de advertencia deben colocarse en el muro exterior existente, en la puerta de entrada y en el exterior de todos los componentes de acuerdo con las normas vigentes.
- Todos los dispositivos que se encuentren dentro de los armarios y cajas estarán etiquetados con una etiqueta grabada o indeleble.

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Nº PLANO: 1130-CV

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	26.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

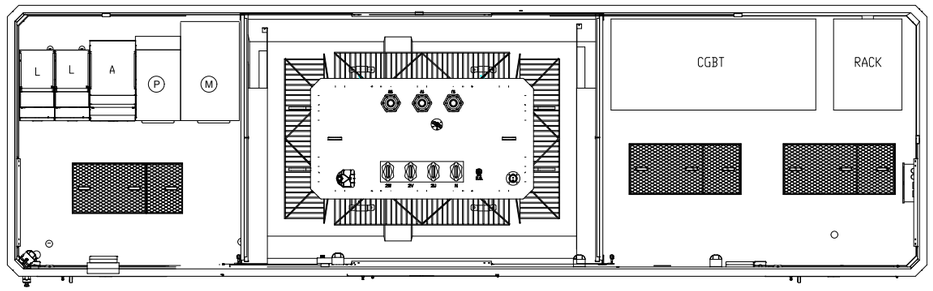
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

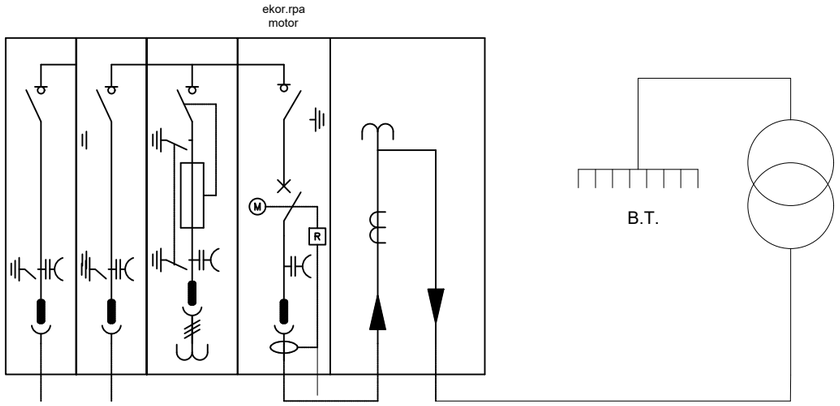
SPA-2024.12-CAS-1130-CV-DRW-RNX-01-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN-PROTECCION-MEDIDA-CONTROL.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024_12-CAS-1130-CV-DRW-RNX-01-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN-PROTECCIÓN-MEDIDA-CONTROL.DWG



VISTA PLANTA INTERIOR



ESQUEMA UNIFILAR

NOTAS:

- Las señales de advertencia deben colocarse en el muro exterior existente, en la puerta de entrada y en el exterior de todos los componentes de acuerdo con las normas vigentes.
- Todos los dispositivos que se encuentren dentro de los armarios y cajas estarán etiquetados con una etiqueta grabada o indeleble.

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Nº PLANO: 1130-CV

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	26.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

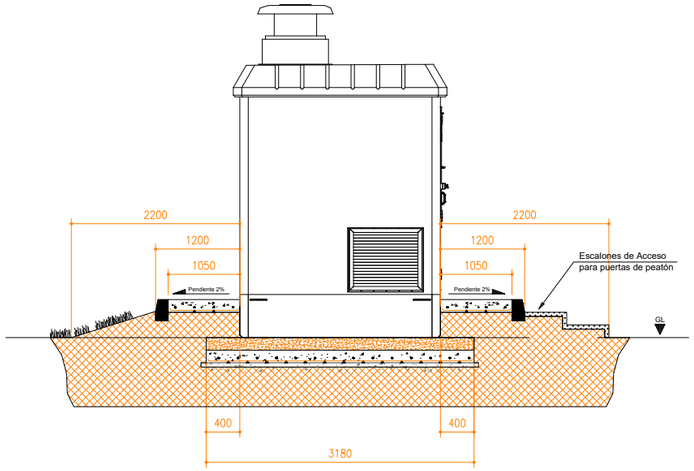
FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

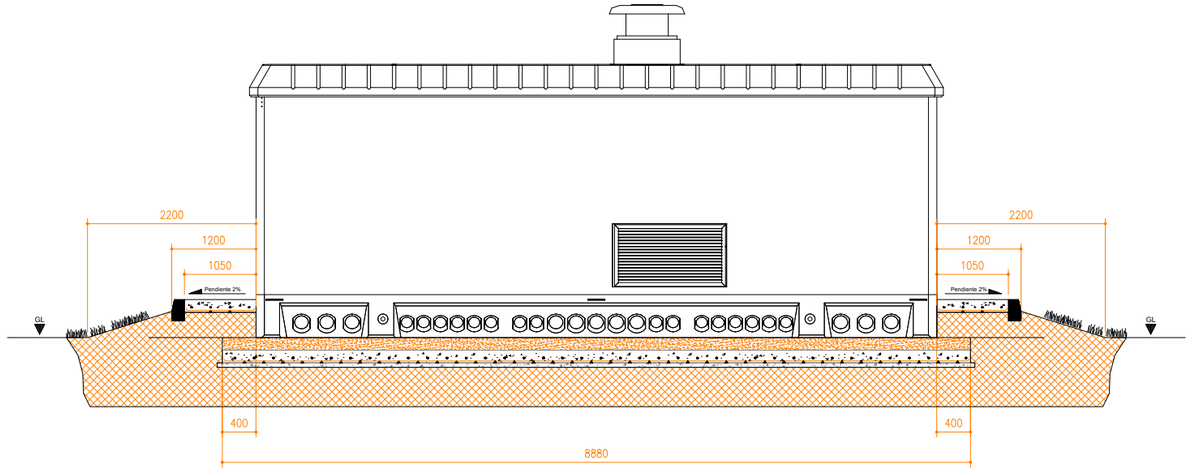
ENERMAT RENOVABLES
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582021
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

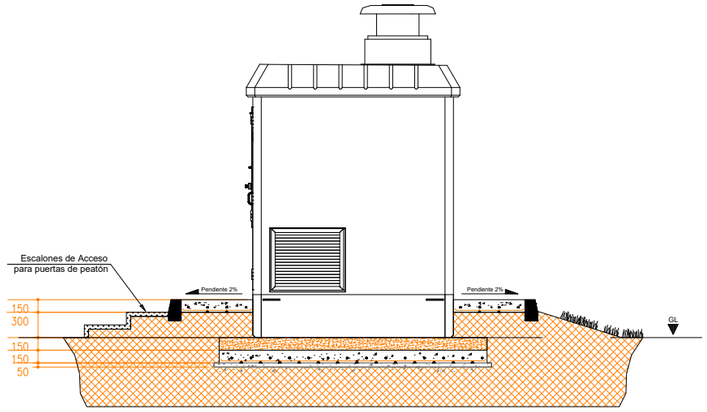
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built



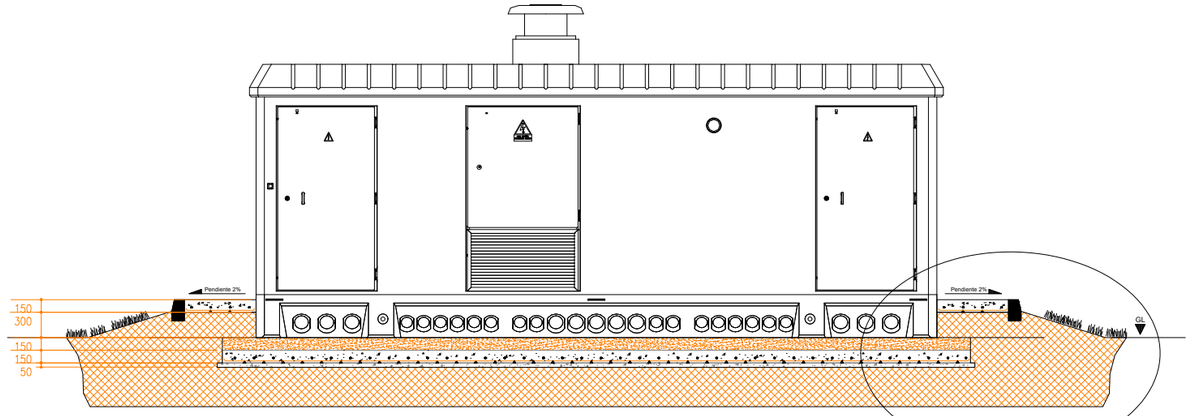
VISTA LATERAL IZQUIERDA



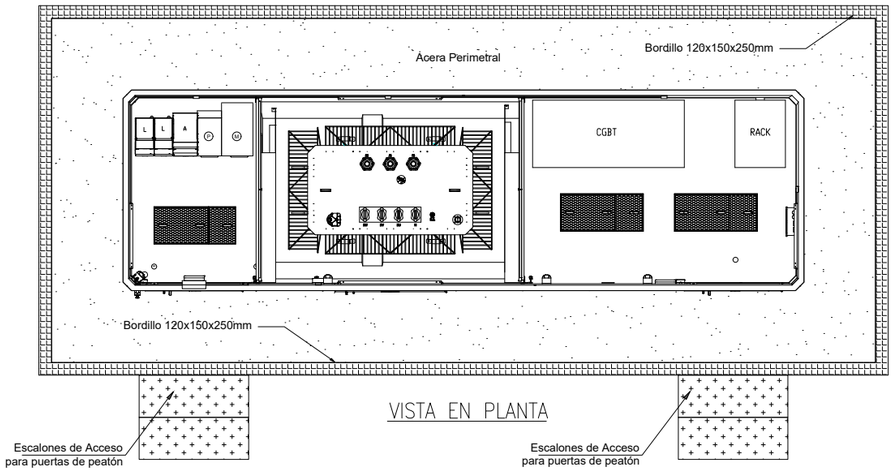
VISTA TRASERA



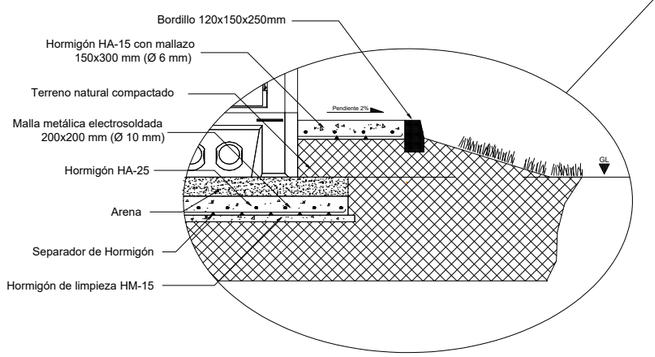
VISTA LATERAL DERECHA



VISTA FRONTAL



VISTA EN PLANTA



Notas:

- La p.a.t. del armado se realizará con cable de Cu de 35mm2.
- Cotas en milímetros.
- Se tendrá en cuenta la ejecución de juntas de dilatación en acera perimetral del CT.

nexer

NOTAS:

- Las señales de advertencia deben colocarse en el muro exterior existente, en la puerta de entrada y en el exterior de todos los componentes de acuerdo con las normas vigentes.
- Todos los dispositivos que se encuentren dentro de los armarios y cajas estarán etiquetados con una etiqueta grabada o indeleble.

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

Nº PLANO: 1131-CV

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	26.04.2024	Y.R.G.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

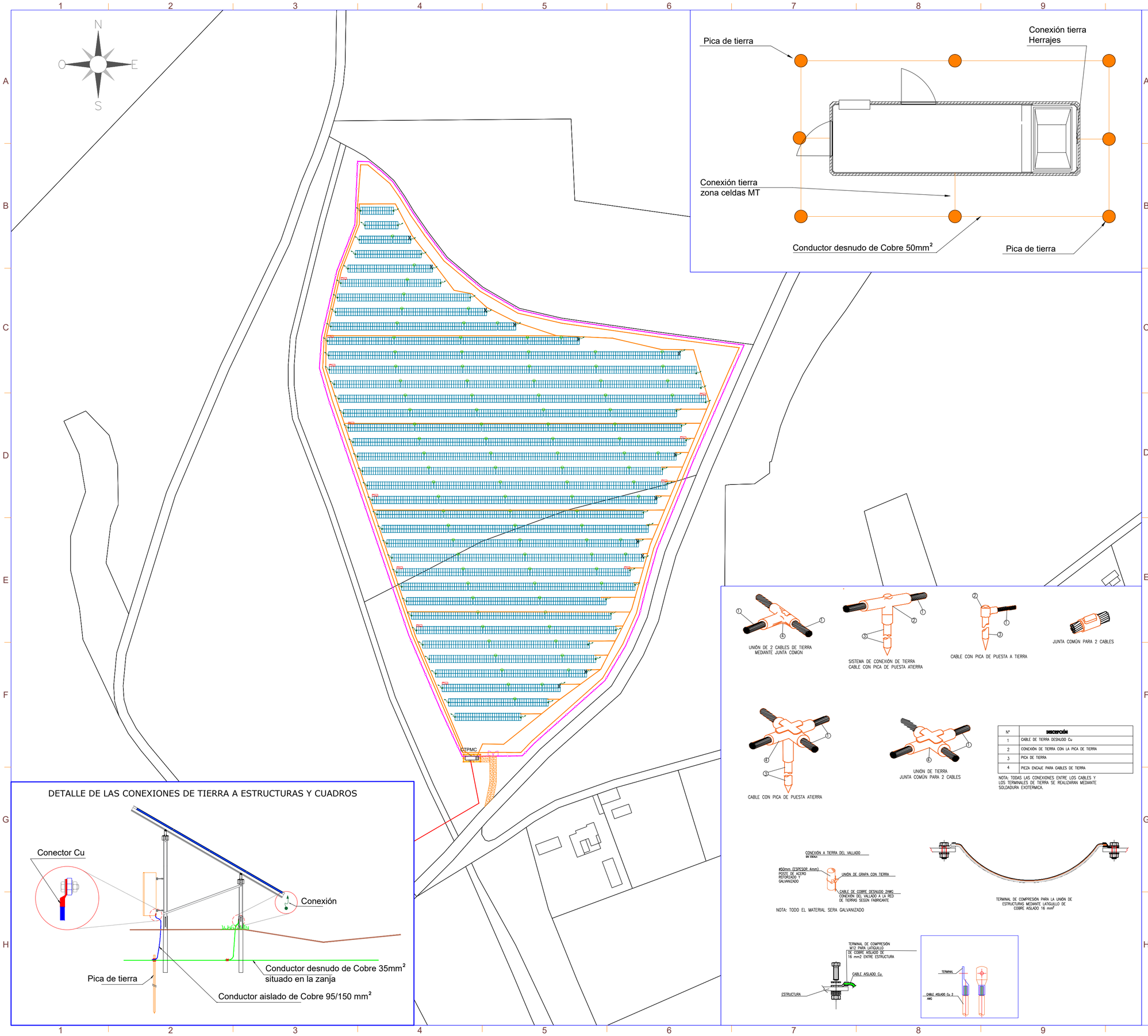
FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1131-CV-DRW-RNX-01-CIMENTACION CTPMC.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO



Nº	DESCRIPCIÓN
1	CABLE DE TIERRA DESNUDO Cu
2	CONEXIÓN DE TIERRA CON LA PICA DE TIERRA
3	PICA DE TIERRA
4	PIEZA ENCAJE PARA CABLES DE TIERRA

NOTA: TODAS LAS CONEXIONES ENTRE LOS CABLES Y LOS TERMINALES DE TIERRA SE REALIZARAN MEDIANTE SOLDADURA EXOTÉRMICA.

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Red de Tierras 35 mm²
	Red de Tierras 50 mm² (CT)
	Electrodo de tierra 2 M Ø14 MM
	Latiguillo de conexión masa metálicas cobre aislado PVC 16 mm²
	Conexión Cuadros y masas metálicas a red de tierra

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: PUESTA A TIERRA

Nº PLANO: 1145-CV

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420"
TAMAÑO TIPO "A-2"
A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	26.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R. / Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Mora
Colegiado nº 1.3
Colegio Oficial d
Técnicos Industr

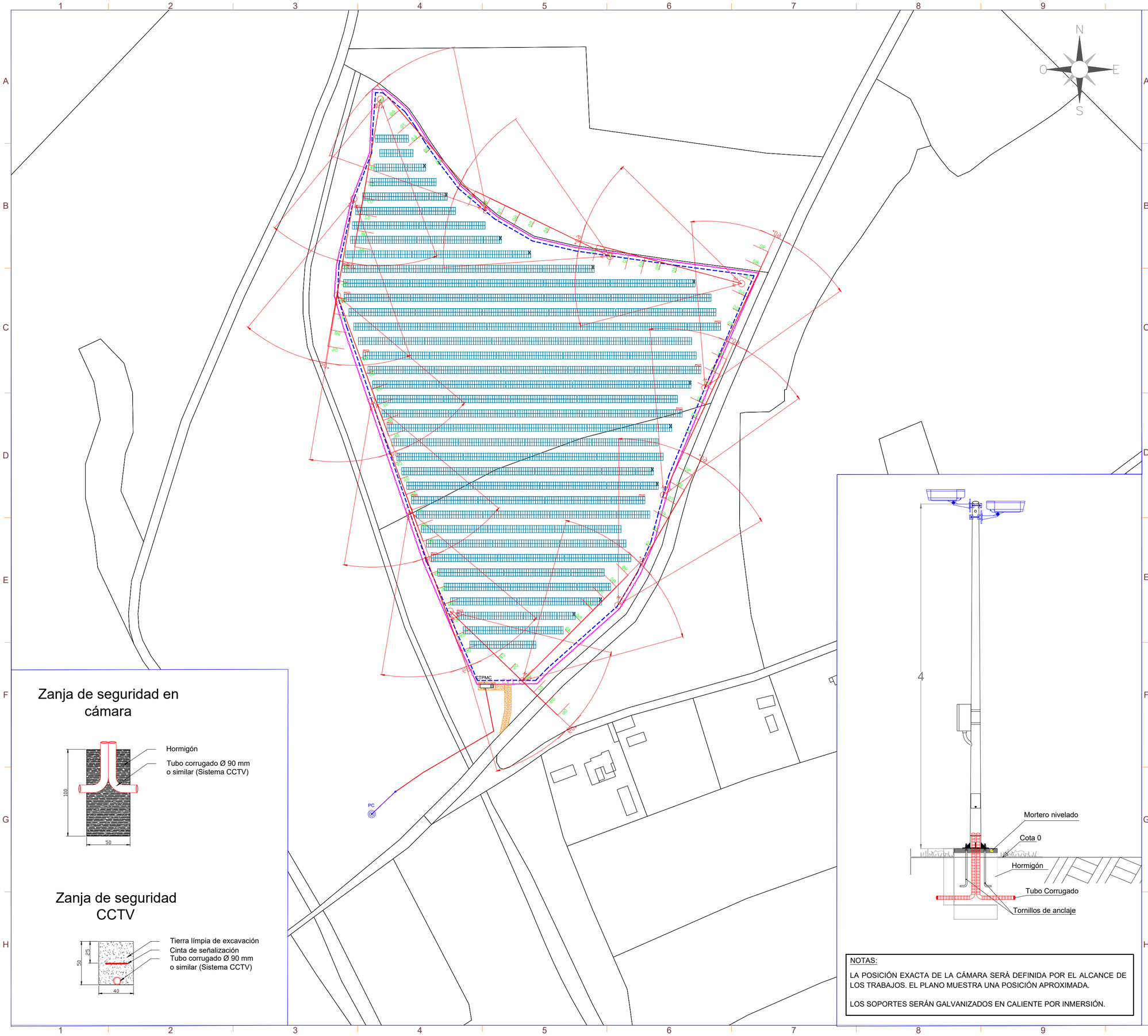
ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582031
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

SPA-2024.12-CAS-1145-CV-DRW-RNX-02-PUESTA A TIERRA.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO



Zanja de seguridad en cámara

Zanja de seguridad CCTV

NOTAS:

LA POSICIÓN EXACTA DE LA CÁMARA SERÁ DEFINIDA POR EL ALCANCE DE LOS TRABAJOS. EL PLANO MUESTRA UNA POSICIÓN APROXIMADA.

LOS SOPORTES SERÁN GALVANIZADOS EN CALIENTE POR INMERSIÓN.

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Zanja Perimetral (CCTV)
	Cámara de seguridad CCTV
	Línea de extensión aérea

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: CCTV

Nº PLANO: 1160-GR

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1500

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	30.04.2024	Y.R.G.
01	Modificación LE / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio More
Colegiado nº 1.3
Colegio Oficial de
Técnicos Industri

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1ª-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

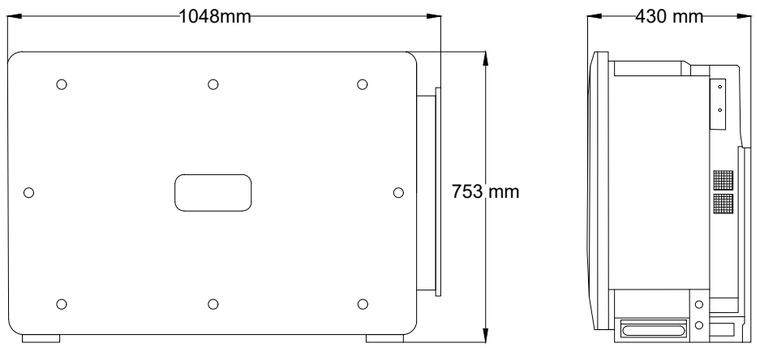
SPA-2024.12-CAS-1160-GR-DRW-RNX-02-CCTV.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

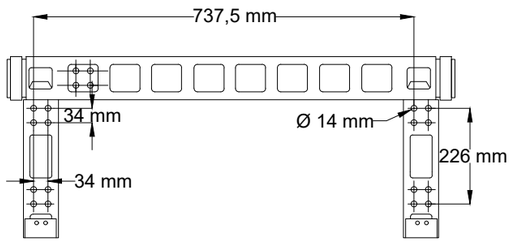
SPA-2024.12-CAS-1305-EL-DRW-RNX-01-DETALLE DEL INVERSOR.DWG

CONEXIÓN DE CABLEADO (HUAWEI 330KTL-H1)

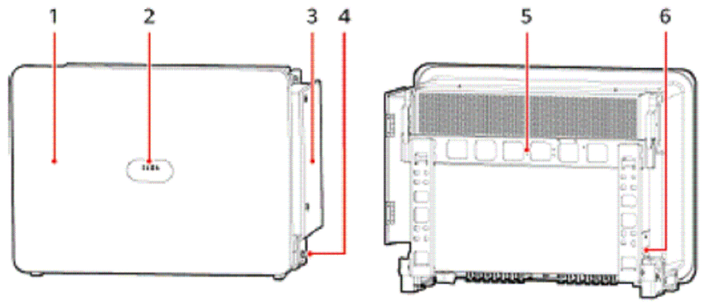
DIMENSIONES (HUAWEI 330KTL-H1)



HUAWEI 330KTL-H1 Peso: 108 kg (aprox.)

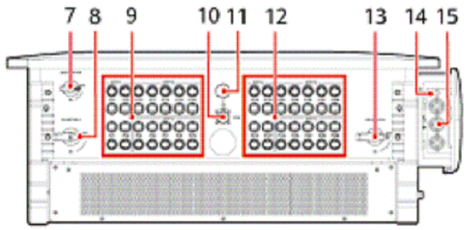


VISTA FRONTAL (HUAWEI 330KTL-H1)



1. Panel
2. Indicadores de led
3. Puerta de compartimento de mantenimiento
4. Punto de puesta a tierra del chasis
5. Ménsula de montaje
6. Bandeja de ventiladores

VISTA INFERIOR (HUAWEI 330KTL-H1)



7. Interruptor auxiliar (AUX. SWITCH)
8. Interruptor de CC 1 (DC SWITCH 1)
9. Grupo de bornes de entrada de CC1 (PV1-PV14, controlados por el DC SWITCH1)
10. Puerto de comunicaciones RS485 (COM)
11. Puerto USB (USB)
12. Grupo de bornes de entrada de CC2(PV15-PV28, controlados por el DC SWITCH2)
13. Interruptor de CC 2 (DC SWITCH 2)
14. Orificio para el cable de alimentación del sistema de seguimiento
15. Orificio para el cable de salida de CA

nexer

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLE DEL INVERSOR

Nº PLANO: 1305-EL

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "'420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	02.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

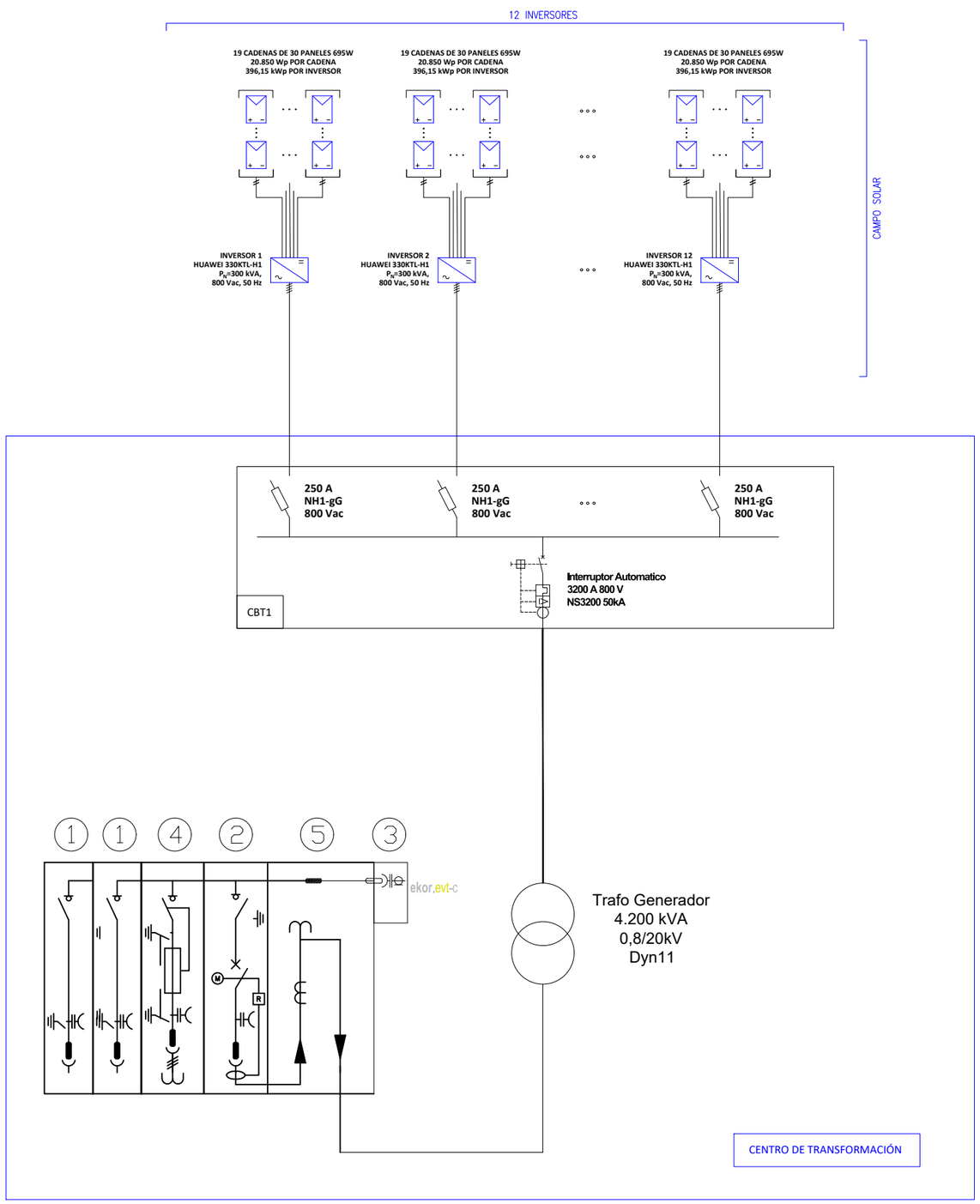
ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

ESQUEMA PARA EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CTPMC



DATOS DE LA PLANTA

POT. PANELES:	4.753,800 kWp
POT. INVERSORES:	3.600 kWn
MODULOS	6.840 MODULOS (695 W)
INVERSORES:	12 ud. HUAWEI 330KTL-H1 228 strings

1 CELDA DE LINEA. Una celda de línea de corte y aislamiento integral con interruptor-seccionador de 3 posiciones (onexión-seccionamiento-puesta a tierra) y mando manual.

2 CELDA DE PROTECCIÓN MEDIANTE INTERRUPTOR AUTOMATICO CGMCOSMOS-V, mando manual, equipada con contactos auxiliares del seccionador e interruptor, así como de bobina de apertura. Incluye dispositivo de protección multifunción ekorRPA-120. Para esta solución, resultan necesarios tres sensores de tensión ekorEVTc instalados en barras en el interior de un armario de control anexo.

3 SENSORES DE TENSION capacitivos ekorEVTc instalados en barras en el interior de un armario de control.

4 CELDA DE SSAA (para alimentación de Relés de proteccción) y con protección con ruptofusible equipada con interruptor-seccionador de tres posiciones, conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Con mando manual. Incluye indicador presencia tensión y fusibles limitadores.

5 Celda modular de medida CGMCOSMOS-M. Incluye interconexión de potencia con celdas contiguas y 3 transformadores de tensión y 3 transformadores de intensidad.

NOTA:

- Las longitudes y secciones del cableado de string pueden ser consultadas en el anexo de cálculos de cables eléctricos "ANEXO. CÁLCULOS SECCIÓN DE CONDUCTORES CC Y CA".

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: ESQUEMA UNIFILAR BT

Nº PLANO: 1320-EL

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	02.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1ª-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

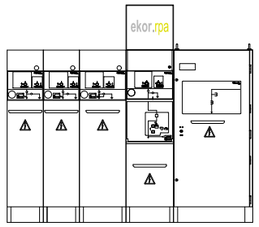
[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

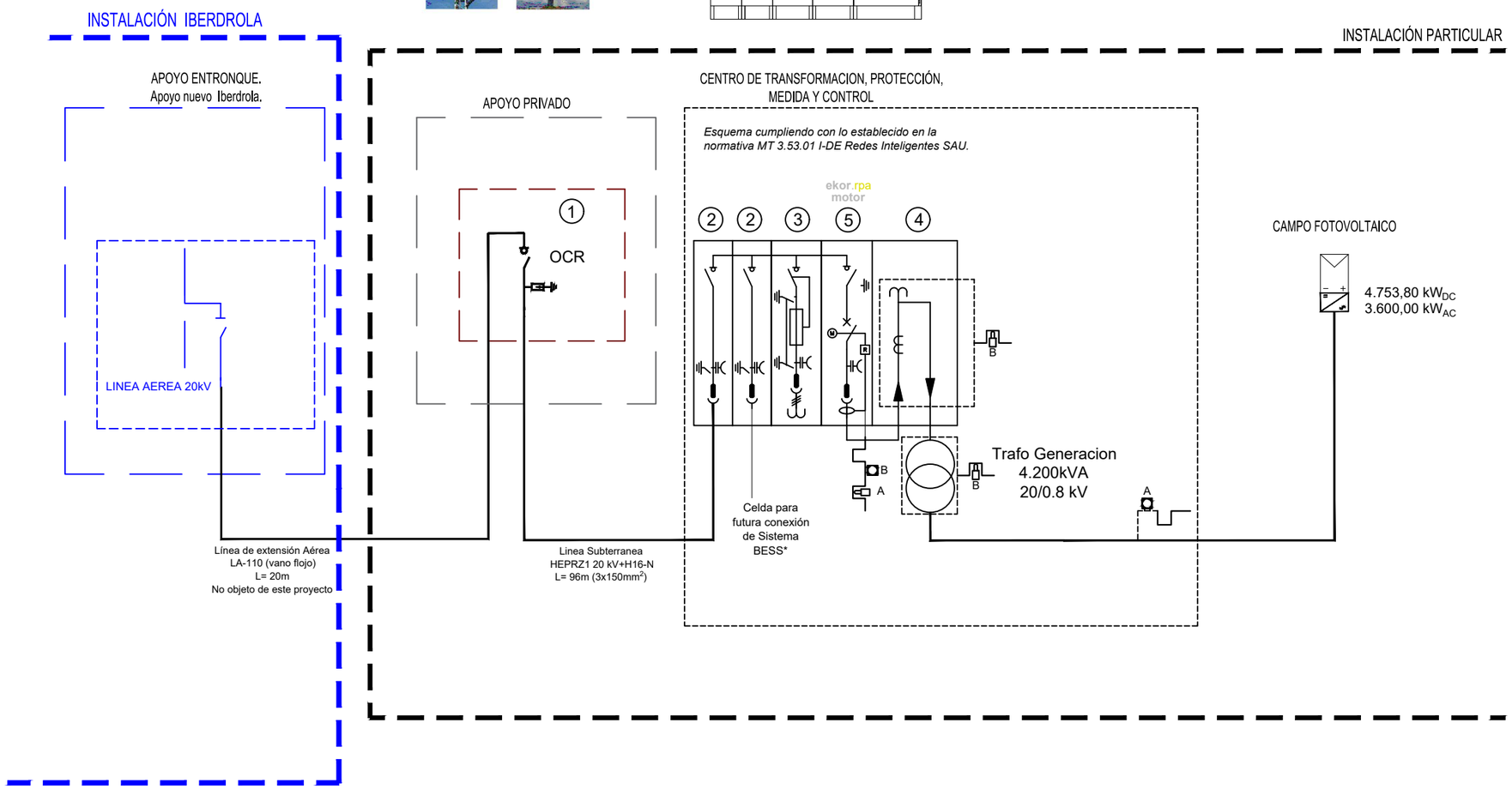
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1320-EL-DRW-RNX-01-ESQUEMA UNIFILAR BT R01.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024-12-CAS-1325-EL-DRW-02-ESQUEMA UNIFILAR MT SIMPLIFICADO.DWG





1 OCR (ORGANO DE CORTE DE RED): Telemando con función seccionalizadora o reconectador. No objeto de este proyecto. A ceder a compañía.

2 Celda modular de línea cgm.zero24-L, corte y aislamiento integral en aire natural industrial, sin gases fluorados, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión.

3 Celda modular cgm.zero24-A, con función SSAA (para alimentación de Relés de proteccción) y con protección con ruptofusible equipada con interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión y fusibles limitadores.

4 Celda modular de medida cgm.zero24-M. Vn=24kV In=400A / Icc=16kA. Incluye interconexión de potencia con celdas contiguas y 3 transformadores de tensión y 3 transformadores de intensidad (verificados). TT:14.250V3/110V3-110V3 CL0,2 30VA; TI: 150-300/5-5-5 0,2S 10VA

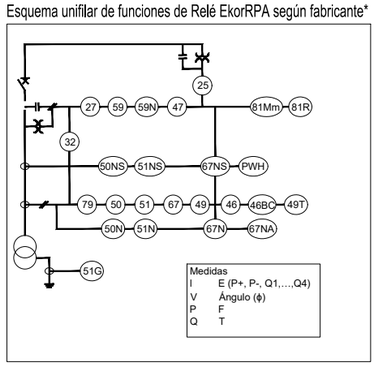
5 Celda modular de protección general con interruptor automático cgm.zero24-V, aislamiento integral en aire natural industrial, sin gases fluorados, Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. equipada con: interruptor automatico de corte en vacío (cat. E2-C2 s/IEC 62271-100). Con mando motor, e interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Con mando manual. Incluye: Relé de protección comunicable ekorRPA, indicador presencia tensión y Sensores de intensidad.

NOTA:

- Se cumplirá con la normativa MT 2.80.14 de I-DE REDES INTELIGENTES S.A.U
- BESS: Battery Energy Storage System.

Esquema cumpliendo con lo establecido en la normativa MT 3.53.01 I-DE Redes Inteligentes SAU.

Esquema unifilar de funciones de Relé EkorRPA según fabricante*



**Las protecciones pueden conectarse en triangulo semi abierto siguiendo la normativa vigente de i-DE así como las recomendaciones del fabricante.*

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: ESQUEMA UNIFILAR MT SIMPLIFICADO

Nº PLANO: 1325-EL

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	17.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación Línea de Evacuación	09.12.2024	J.C.R.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

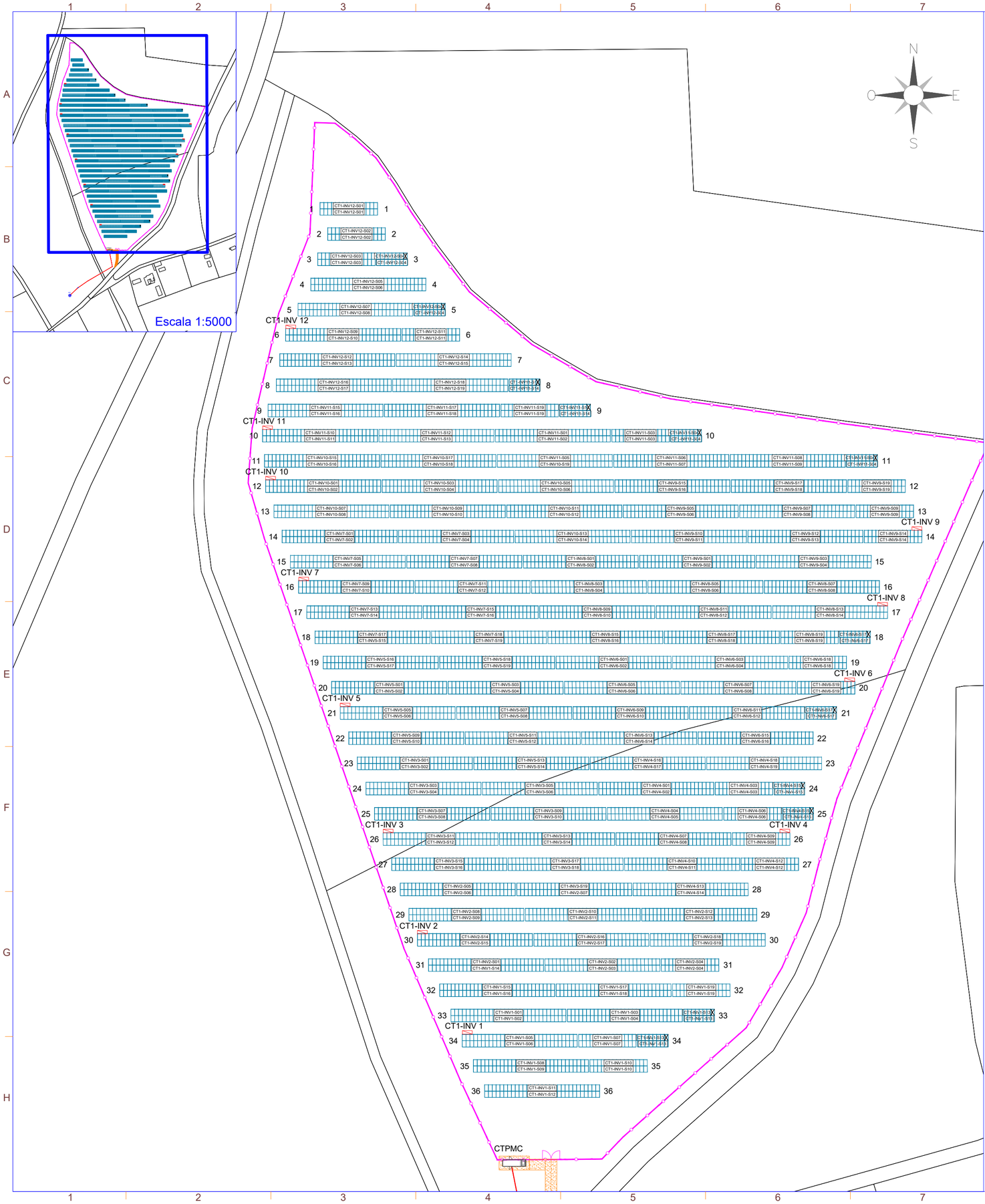
FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built



Device	Device amount	DC power, kWp
Transformer CT1	12/12	4753,800
Inverter CT1-INV 1	19	396,150
String CT1-INV1-S01	30	20,850
String CT1-INV1-S02	30	20,850
String CT1-INV1-S03	30	20,850
String CT1-INV1-S04	30	20,850
String CT1-INV1-S05	30	20,850
String CT1-INV1-S06	30	20,850
String CT1-INV1-S07	30	20,850
String CT1-INV1-S08	30	20,850
String CT1-INV1-S09	30	20,850
String CT1-INV1-S10	30	20,850
String CT1-INV1-S11	30	20,850
String CT1-INV1-S12	30	20,850
String CT1-INV1-S13	30	20,850
String CT1-INV1-S14	30	20,850
String CT1-INV1-S15	30	20,850
String CT1-INV1-S16	30	20,850
String CT1-INV1-S17	30	20,850
String CT1-INV1-S18	30	20,850
String CT1-INV1-S19	30	20,850
Inverter CT1-INV 2	19	396,150
String CT1-INV2-S01	30	20,850
String CT1-INV2-S02	30	20,850
String CT1-INV2-S03	30	20,850
String CT1-INV2-S04	30	20,850
String CT1-INV2-S05	30	20,850
String CT1-INV2-S06	30	20,850
String CT1-INV2-S07	30	20,850
String CT1-INV2-S08	30	20,850
String CT1-INV2-S09	30	20,850
String CT1-INV2-S10	30	20,850
String CT1-INV2-S11	30	20,850
String CT1-INV2-S12	30	20,850
String CT1-INV2-S13	30	20,850
String CT1-INV2-S14	30	20,850
String CT1-INV2-S15	30	20,850
String CT1-INV2-S16	30	20,850
String CT1-INV2-S17	30	20,850
String CT1-INV2-S18	30	20,850
String CT1-INV2-S19	30	20,850
Inverter CT1-INV 3	19	396,150
String CT1-INV3-S01	30	20,850
String CT1-INV3-S02	30	20,850
String CT1-INV3-S03	30	20,850
String CT1-INV3-S04	30	20,850
String CT1-INV3-S05	30	20,850
String CT1-INV3-S06	30	20,850
String CT1-INV3-S07	30	20,850
String CT1-INV3-S08	30	20,850
String CT1-INV3-S09	30	20,850
String CT1-INV3-S10	30	20,850
String CT1-INV3-S11	30	20,850
String CT1-INV3-S12	30	20,850
String CT1-INV3-S13	30	20,850
String CT1-INV3-S14	30	20,850
String CT1-INV3-S15	30	20,850
String CT1-INV3-S16	30	20,850
String CT1-INV3-S17	30	20,850
String CT1-INV3-S18	30	20,850
String CT1-INV3-S19	30	20,850
Inverter CT1-INV 4	19	396,150
String CT1-INV4-S01	30	20,850
String CT1-INV4-S02	30	20,850
String CT1-INV4-S03	30	20,850
String CT1-INV4-S04	30	20,850
String CT1-INV4-S05	30	20,850
String CT1-INV4-S06	30	20,850
String CT1-INV4-S07	30	20,850
String CT1-INV4-S08	30	20,850
String CT1-INV4-S09	30	20,850
String CT1-INV4-S10	30	20,850
String CT1-INV4-S11	30	20,850
String CT1-INV4-S12	30	20,850
String CT1-INV4-S13	30	20,850
String CT1-INV4-S14	30	20,850
String CT1-INV4-S15	30	20,850
String CT1-INV4-S16	30	20,850
String CT1-INV4-S17	30	20,850
String CT1-INV4-S18	30	20,850
String CT1-INV4-S19	30	20,850
Inverter CT1-INV 5	19	396,150
String CT1-INV5-S01	30	20,850
String CT1-INV5-S02	30	20,850
String CT1-INV5-S03	30	20,850
String CT1-INV5-S04	30	20,850
String CT1-INV5-S05	30	20,850
String CT1-INV5-S06	30	20,850
String CT1-INV5-S07	30	20,850
String CT1-INV5-S08	30	20,850
String CT1-INV5-S09	30	20,850
String CT1-INV5-S10	30	20,850
String CT1-INV5-S11	30	20,850
String CT1-INV5-S12	30	20,850
String CT1-INV5-S13	30	20,850
String CT1-INV5-S14	30	20,850
String CT1-INV5-S15	30	20,850
String CT1-INV5-S16	30	20,850
String CT1-INV5-S17	30	20,850
String CT1-INV5-S18	30	20,850
String CT1-INV5-S19	30	20,850
Inverter CT1-INV 6	19	396,150
String CT1-INV6-S01	30	20,850
String CT1-INV6-S02	30	20,850
String CT1-INV6-S03	30	20,850
String CT1-INV6-S04	30	20,850
String CT1-INV6-S05	30	20,850
String CT1-INV6-S06	30	20,850
String CT1-INV6-S07	30	20,850
String CT1-INV6-S08	30	20,850
String CT1-INV6-S09	30	20,850
String CT1-INV6-S10	30	20,850
String CT1-INV6-S11	30	20,850
String CT1-INV6-S12	30	20,850
String CT1-INV6-S13	30	20,850
String CT1-INV6-S14	30	20,850
String CT1-INV6-S15	30	20,850
String CT1-INV6-S16	30	20,850
String CT1-INV6-S17	30	20,850
String CT1-INV6-S18	30	20,850
String CT1-INV6-S19	30	20,850

Device	Device amount	DC power, kWp
Transformer CT1	12/12	4753,800
Inverter CT1-INV 7	19	396,150
String CT1-INV7-S01	30	20,850
String CT1-INV7-S02	30	20,850
String CT1-INV7-S03	30	20,850
String CT1-INV7-S04	30	20,850
String CT1-INV7-S05	30	20,850
String CT1-INV7-S06	30	20,850
String CT1-INV7-S07	30	20,850
String CT1-INV7-S08	30	20,850
String CT1-INV7-S09	30	20,850
String CT1-INV7-S10	30	20,850
String CT1-INV7-S11	30	20,850
String CT1-INV7-S12	30	20,850
String CT1-INV7-S13	30	20,850
String CT1-INV7-S14	30	20,850
String CT1-INV7-S15	30	20,850
String CT1-INV7-S16	30	20,850
String CT1-INV7-S17	30	20,850
String CT1-INV7-S18	30	20,850
String CT1-INV7-S19	30	20,850
Inverter CT1-INV 8	19	396,150
String CT1-INV8-S01	30	20,850
String CT1-INV8-S02	30	20,850
String CT1-INV8-S03	30	20,850
String CT1-INV8-S04	30	20,850
String CT1-INV8-S05	30	20,850
String CT1-INV8-S06	30	20,850
String CT1-INV8-S07	30	20,850
String CT1-INV8-S08	30	20,850
String CT1-INV8-S09	30	20,850
String CT1-INV8-S10	30	20,850
String CT1-INV8-S11	30	20,850
String CT1-INV8-S12	30	20,850
String CT1-INV8-S13	30	20,850
String CT1-INV8-S14	30	20,850
String CT1-INV8-S15	30	20,850
String CT1-INV8-S16	30	20,850
String CT1-INV8-S17	30	20,850
String CT1-INV8-S18	30	20,850
String CT1-INV8-S19	30	20,850
Inverter CT1-INV 9	19	396,150
String CT1-INV9-S01	30	20,850
String CT1-INV9-S02	30	20,850
String CT1-INV9-S03	30	20,850
String CT1-INV9-S04	30	20,850
String CT1-INV9-S05	30	20,850
String CT1-INV9-S06	30	20,850
String CT1-INV9-S07	30	20,850
String CT1-INV9-S08	30	20,850
String CT1-INV9-S09	30	20,850
String CT1-INV9-S10	30	20,850
String CT1-INV9-S11	30	20,850
String CT1-INV9-S12	30	20,850
String CT1-INV9-S13	30	20,850
String CT1-INV9-S14	30	20,850
String CT1-INV9-S15	30	20,850
String CT1-INV9-S16	30	20,850
String CT1-INV9-S17	30	20,850
String CT1-INV9-S18	30	20,850
String CT1-INV9-S19	30	20,850
Inverter CT1-INV 10	19	396,150
String CT1-INV10-S01	30	20,850
String CT1-INV10-S02	30	20,850
String CT1-INV10-S03	30	20,850
String CT1-INV10-S04	30	20,850
String CT1-INV10-S05	30	20,850
String CT1-INV10-S06	30	20,850
String CT1-INV10-S07	30	20,850
String CT1-INV10-S08	30	20,850
String CT1-INV10-S09	30	20,850
String CT1-INV10-S10	30	20,850
String CT1-INV10-S11	30	20,850
String CT1-INV10-S12	30	20,850
String CT1-INV10-S13	30	20,850
String CT1-INV10-S14	30	20,850
String CT1-INV10-S15	30	20,850
String CT1-INV10-S16	30	20,850
String CT1-INV10-S17	30	20,850
String CT1-INV10-S18	30	20,850
String CT1-INV10-S19	30	20,850
Inverter CT1-INV 11	19	396,150
String CT1-INV11-S01	30	20,850
String CT1-INV11-S02	30	20,850
String CT1-INV11-S03	30	20,850
String CT1-INV11-S04	30	20,850
String CT1-INV11-S05	30	20,850
String CT1-INV11-S06	30	20,850
String CT1-INV11-S07	30	20,850
String CT1-INV11-S08	30	20,850
String CT1-INV11-S09	30	20,850
String CT1-INV11-S10	30	20,850
String CT1-INV11-S11	30	20,850
String CT1-INV11-S12	30	20,850
String CT1-INV11-S13	30	20,850
String CT1-INV11-S14	30	20,850
String CT1-INV11-S15	30	20,850
String CT1-INV11-S16	30	20,850
String CT1-INV11-S17	30	20,850
String CT1-INV11-S18	30	20,850
String CT1-INV11-S19	30	20,850
Inverter CT1-INV 12	19	396,150
String CT1-INV12-S01	30	20,850
String CT1-INV12-S02	30	20,850
String CT1-INV12-S03	30	20,850
String CT1-INV12-S04	30	20,850
String CT1-INV12-S05	30	20,850
String CT1-INV12-S06	30	20,850
String CT1-INV12-S07	30	20,850
String CT1-INV12-S08	30	20,850
String CT1-INV12-S09	30	20,850
String CT1-INV12-S10	30	20,850
String CT1-INV12-S11	30	20,850
String CT1-INV12-S12	30	20,850
String CT1-INV12-S13	30	20,850
String CT1-INV12-S14	30	20,850
String CT1-INV12-S15	30	20,850
String CT1-INV12-S16	30	20,850
String CT1-INV12-S17	30	20,850
String CT1-INV12-S18	30	20,850
String CT1-INV12-S19	30	20,850

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	Estructura fija 2Vx8 (15 módulos)
	Estructura fija 2Vx15 (30 módulos)
	Estructura fija 2Vx30 (60 módulos)
	Inversor
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: LAYOUT STRINGS

Nº PLANO: 1335-EL

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:1000

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	02.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio I
Colegiado n
Colegio Ofic
Técnicos Ind

ENERMAT RENOVABLES

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13582031
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

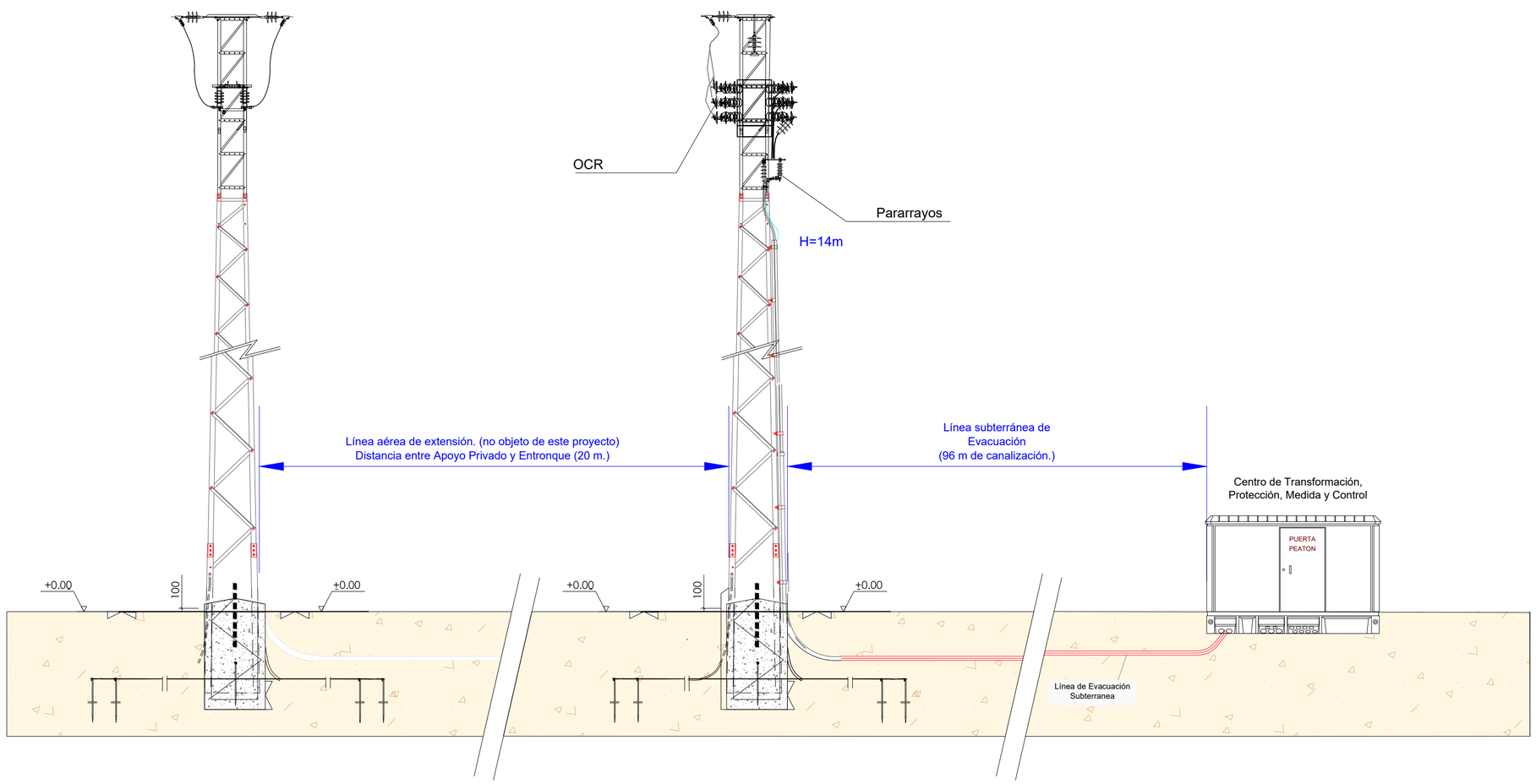
FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1335-EL-DRW-RNX-02-LAYOUT STRINGS.DWG

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

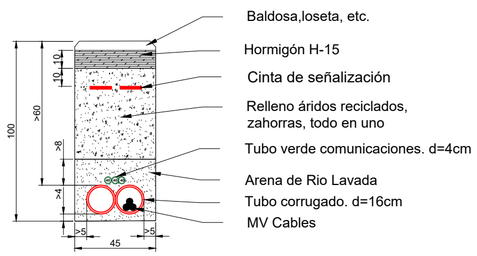


Trabajos necesarios para la conexión de la instalación de generación con la red de distribución

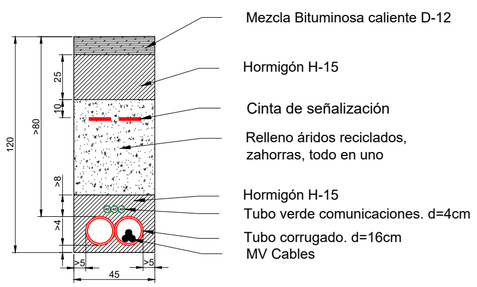
La obra de extensión será ejecutada por una empresa instaladora legalmente autorizada, según se describe a continuación:

- Instalación OCR (no objeto de este proyecto y a ceder a i-DE) en nuevo apoyo privado en propiedad del cliente.
- Línea de extensión (no objeto de este proyecto) mediante Vano flojo entre apoyo privado que soporta OCR (no objeto de este proyecto y a ceder a i-DE) y apoyo a instalar bajo hilos (ejecuta i-DE) (no objeto de este proyecto) en red de distribución.

CANALIZACIÓN EN ACERA/TIERRA



CANALIZACIÓN EN CALZADA



Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLES INTERCONEXIÓN

Nº PLANO: 1380-EL

HOJA: 1 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	17.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación Línea de Evacuación	09.12.2024	J.C.R.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

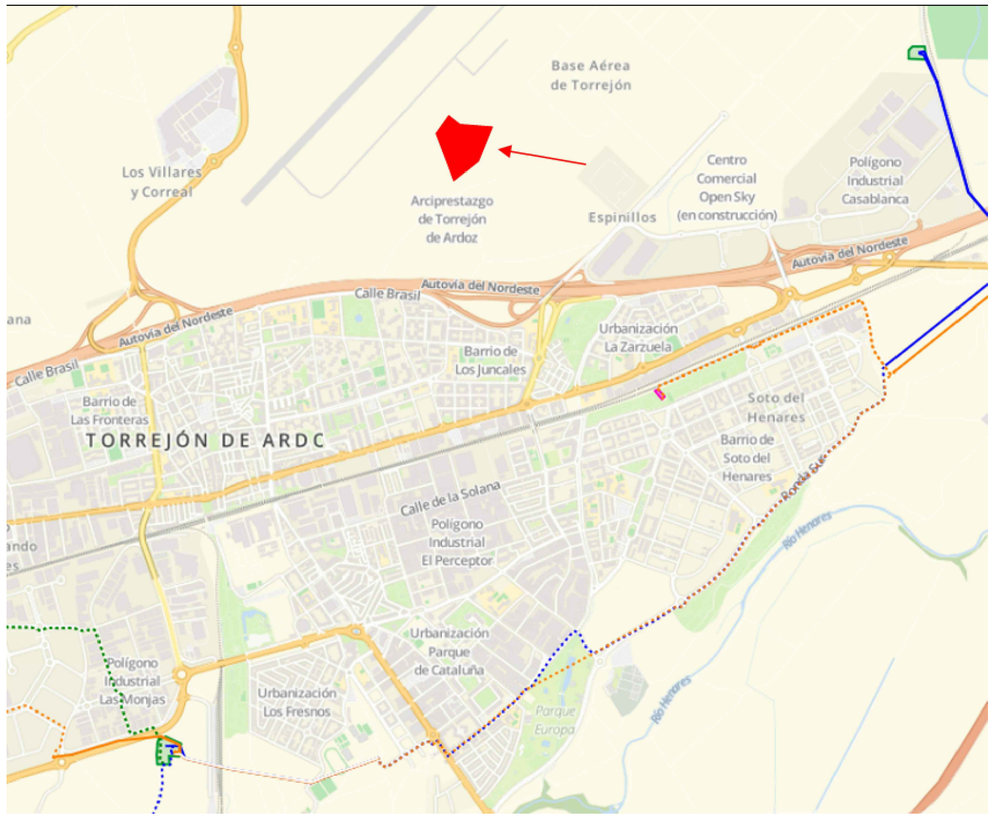
D. Antonio Mor
Colegiado nº 1.3
Colegio Oficial d
Técnicos Industr

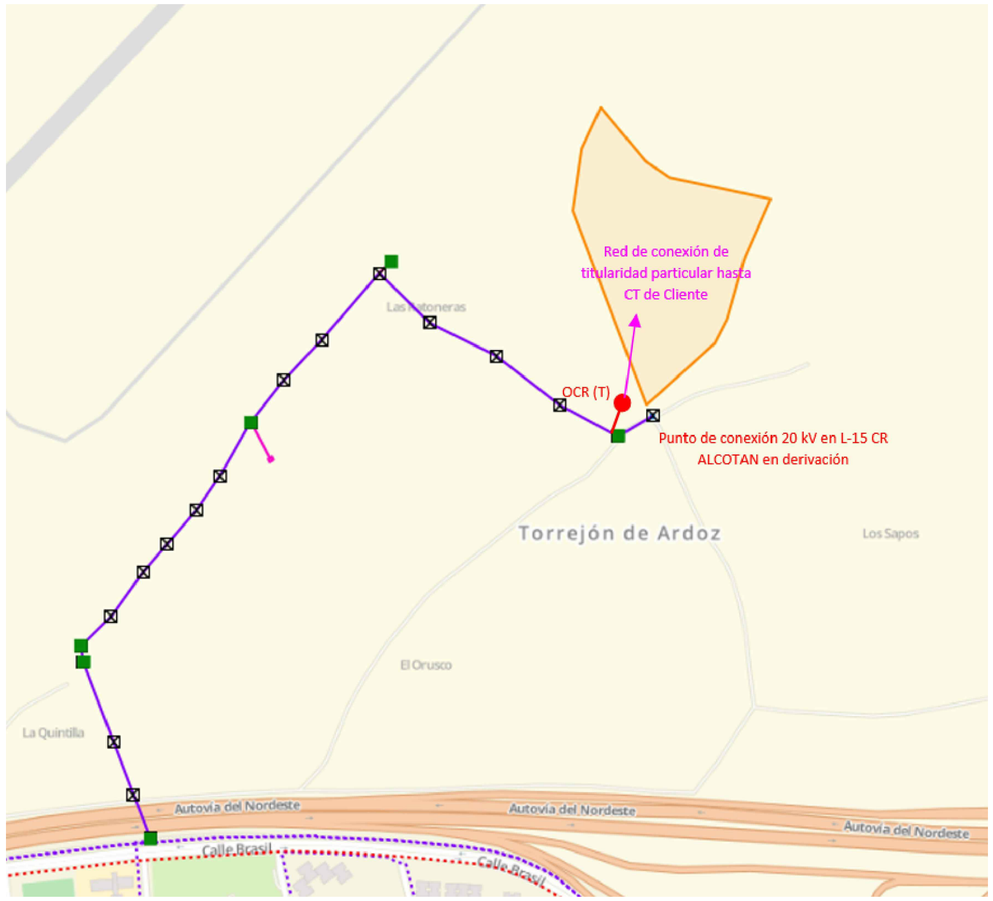
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13566201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

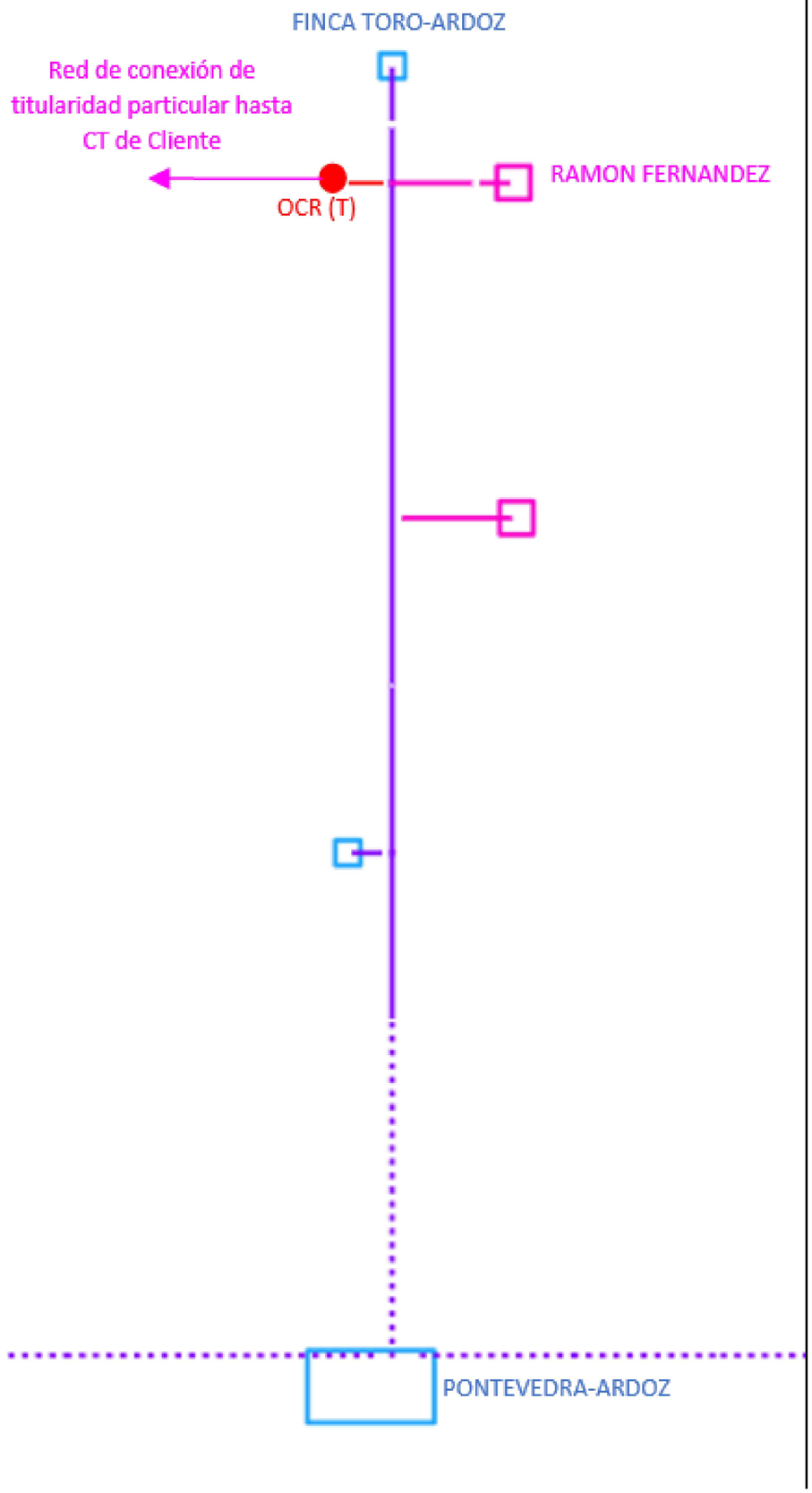
FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

SPA-2024.12-CAS-1380-EL-DRW-02-DETALLES INTERCONEXIÓN.DWG







nexer

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: DETALLES INTERCONEXIÓN

Nº PLANO: 1380-EL

HOJA: 2 DE 2

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	17.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación Línea de Evacuación	09.12.2024	J.C.R.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Morer
Colegiado nº 1.32
Colegio Oficial de
Técnicos Industri

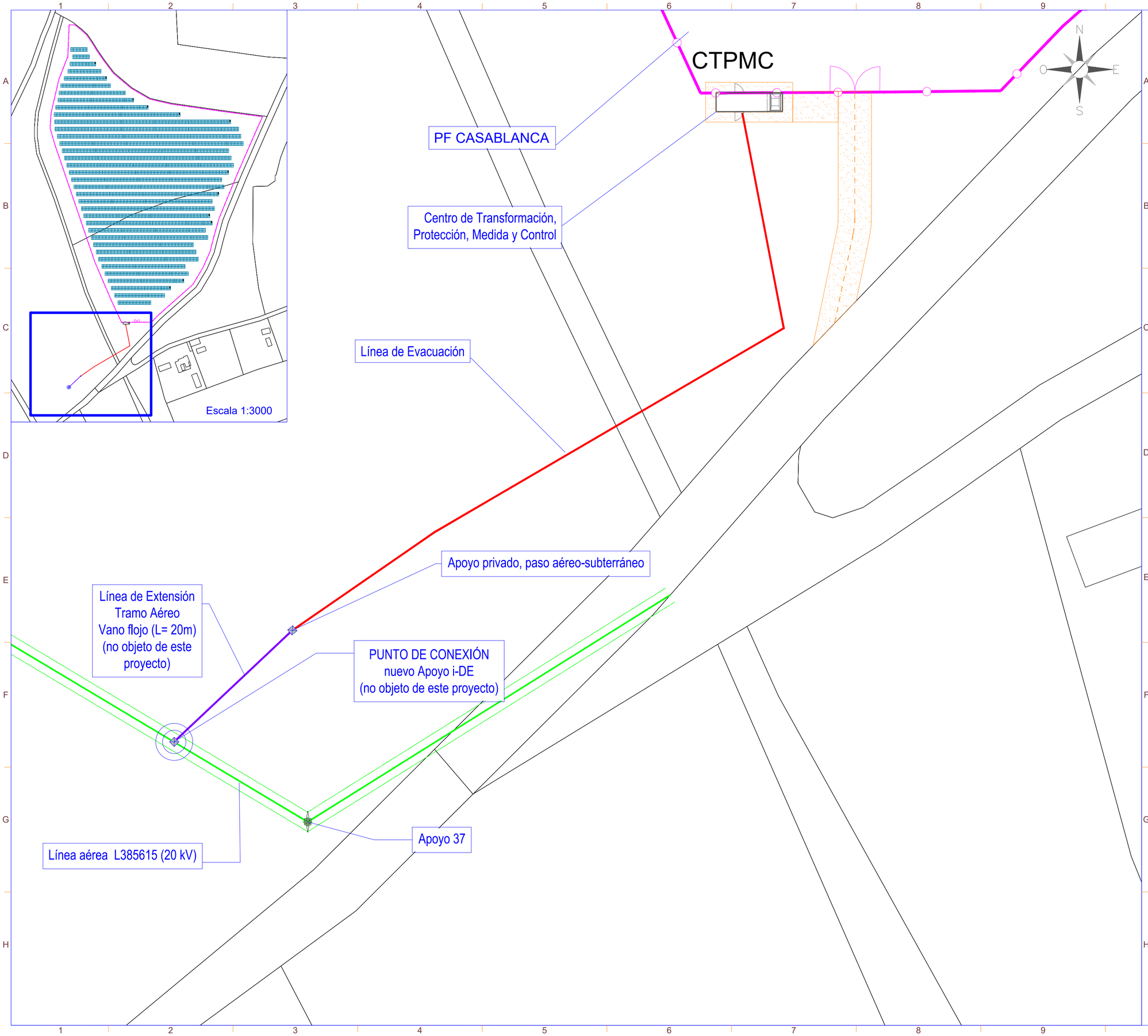
ENERMAT RENOVABLES
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1380-EL-DRW-02-DETALLES INTERCONEXIÓN.DWG



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1500-EL-DRW-03-INTERCONEXIÓN LAYOUT.DWG

nexer

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Vallado
	Puerta de acceso
	CTPMC
	Vial interior de Planta
	Línea de Evacuación
	Línea Eléctrica Aérea existente

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx30 / 2Vx15 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: INTERCONEXIÓN LAYOUT

Nº PLANO: 1500-EL

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL "594 X 420" TAMAÑO TIPO "A-2"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: 1:300

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	29.04.2024	Y.R.G.
01	Revisión 01	16.07.2024	R.C.C.
02	Modificación Línea de Evacuación / vallado por vía pecuaria	13.12.2024	J.C.R./Y.R.G.
02	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antonio Mc
Colegiado nº 1
Colegio Oficial
Técnicos Indu:

ENERMAT RENOVABLES

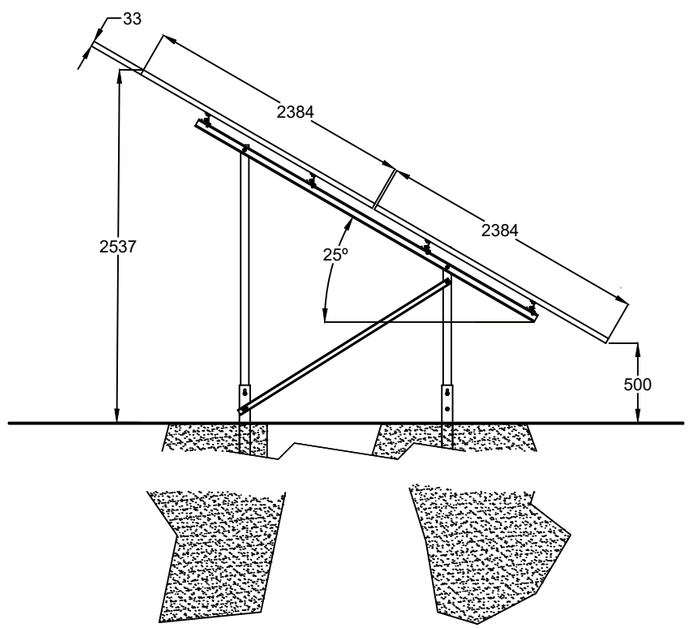
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1ª-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

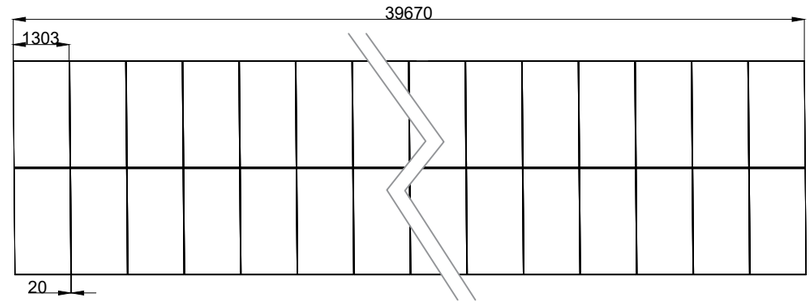
SPA-2024.12-CAS-1510-ME-DRW-RNX-01-ESTRUCTURA SOPORTE.DWG



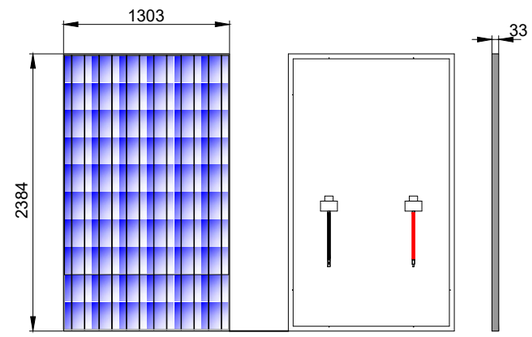
NOTA: Cotas en milímetros.

ESTRUCTURA 2Vx30

NÚMERO DE MÓDULOS POR ESTRUCTURA : 60 UDS.



NOTA: Cotas en milímetros.



NOTAS:
Se etiquetará el inicio y final de cada string.
La forma de denominar las instalaciones es:
Ix-Cyy-Szz donde x es el número del inversor, yy es la caja de nivel y zz el número de la serie o string.
Se utilizarán los conectores que empleen los módulos o compatibles.
Para evitar inducciones de rayos, el excedente de cable se recogerá en zig-zag, evitándose los bucles.
El cableado en circuitos exteriores de interconexión de módulos, serán aptos para intemperie y resistentes a la acción del sol.

Cable Solar 1500 Vdc +
Cable Solar 1500 Vdc -

CARACTERÍSTICAS MÓDULO FOTOVOLTAICO:	
Fabricante	TRINA SOLAR
Modelo	VERTEX TSM-NEG21C.20
Potencia máxima	695 Wp
Tensión en Pmax	40,3 V
Corriente en Pmax	17,25 A
Tensión en circuito abierto	48,3 V
Corriente de Cortocircuito	18,28 A
Eficiencia del módulo	22,4 %

*Standard test conditions (STC): 1000 W/m², AM1.5, 25ºC

NOTAS:

- Todos los cables situados bajo los módulos deberán estar protegidos del contacto involuntario con el personal/vehículos de mantenimiento que pasen por allí, colocando el cableado de strings debidamente conducido y fijado mediante bridas de poliamida resistentes a UV
- A fin de prevenir la inducción de rayos, el cableado debe realizarse en zig-zag evitando todo lo posible los bucles. Se debe tener cuidado de minimizar la exposición directa a la luz solar cuando los cables pasan entre los módulos.
- Se debe implementar un sistema de etiquetado de identificación/numeración/codificación para la identificación única de todos los cables. Las etiquetas deben ser permanentes, resistentes a la intemperie y a los rayos UV.

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: ESTRUCTURA SOPORTE

Nº PLANO: 1510-ME

HOJA: 1 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	02.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

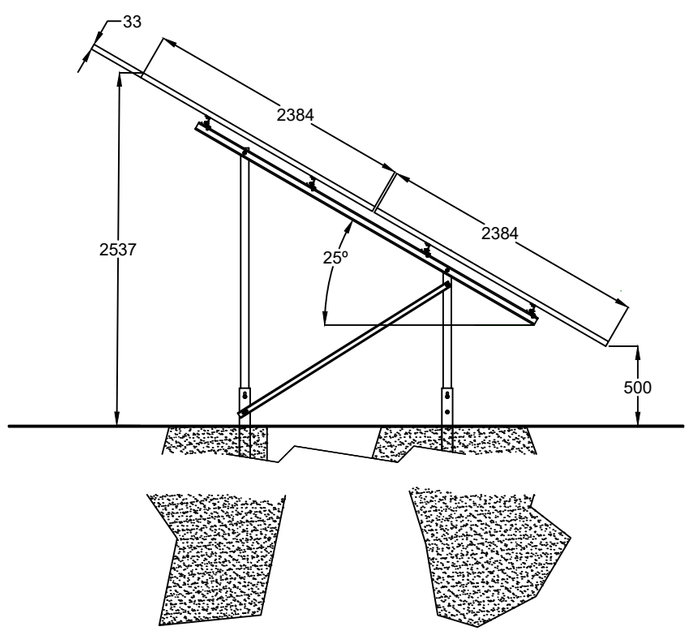
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

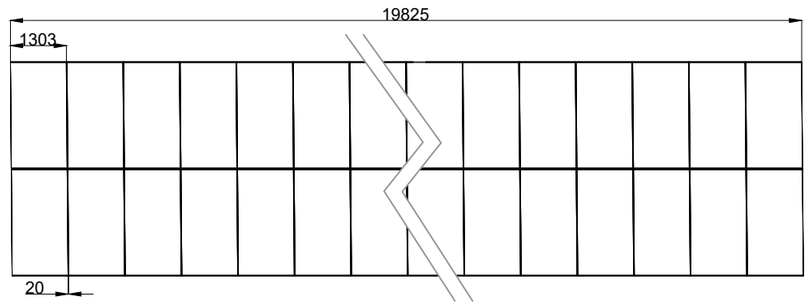
SPA-2024.12-CAS-1510-ME-DRW-RNX-01-ESTRUCTURA SOPORTE.DWG



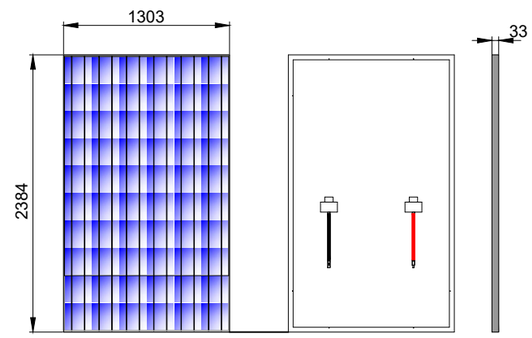
NOTA: Cotas en milímetros.

ESTRUCTURA 2Vx15

NÚMERO DE MÓDULOS POR ESTRUCTURA : 30 UDS.



NOTA: Cotas en milímetros.



NOTAS:
Se etiquetará el inicio y final de cada string.
La forma de denominar las instalaciones es:
Ix-Cyy-Szz donde x es el número del inversor, yy es la caja de nivel y zz el número de la serie o string.
Se utilizarán los conectores que empleen los módulos o compatibles.
Para evitar inducciones de rayos, el excedente de cable se recogerá en zig-zag, evitándose los bucles.
El cableado en circuitos exteriores de interconexión de módulos, serán aptos para intemperie y resistentes a la acción del sol.

Cable Solar 1500 Vdc +
Cable Solar 1500 Vdc -

CARACTERÍSTICAS MÓDULO FOTOVOLTAICO:	
Fabricante	TRINA SOLAR
Modelo	VERTEX TSM-NEG21C.20
Potencia máxima	695 Wp
Tensión en Pmax	40,3 V
Corriente en Pmax	17,25 A
Tensión en circuito abierto	48,3 V
Corriente de Cortocircuito	18,28 A
Eficiencia del módulo	22,4 %

*Standard test conditions (STC): 1000 W/m², AM1.5, 25ºC

NOTAS:

- Todos los cables situados bajo los módulos deberán estar protegidos del contacto involuntario con el personal/vehículos de mantenimiento que pasen por allí, colocando el cableado de strings debidamente conducido y fijado mediante bridas de poliamida resistentes a UV
- A fin de prevenir la inducción de rayos, el cableado debe realizarse en zig-zag evitando todo lo posible los bucles. Se debe tener cuidado de minimizar la exposición directa a la luz solar cuando los cables pasan entre los módulos.
- Se debe implementar un sistema de etiquetado de identificación/numeración/codificación para la identificación única de todos los cables. Las etiquetas deben ser permanentes, resistentes a la intemperie y a los rayos UV.

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: ESTRUCTURA SOPORTE

Nº PLANO: 1510-ME

HOJA: 2 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	02.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

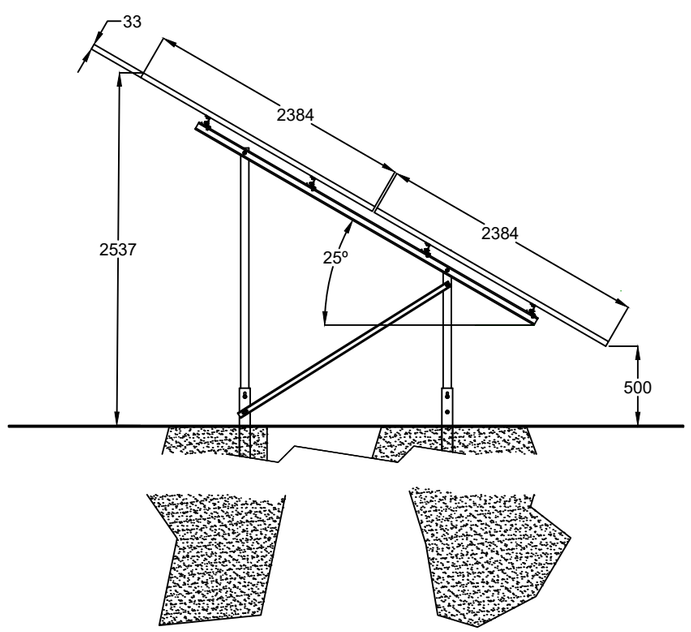
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

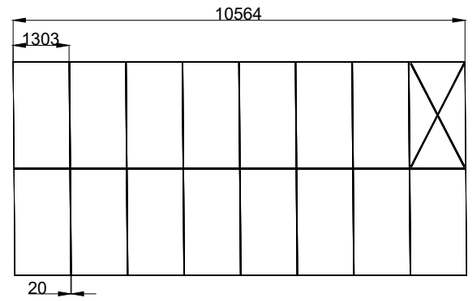
SPA-2024.12-CAS-1510-ME-DRW-RNX-01-ESTRUCTURA SOPORTE.DWG



NOTA: Cotas en milímetros.

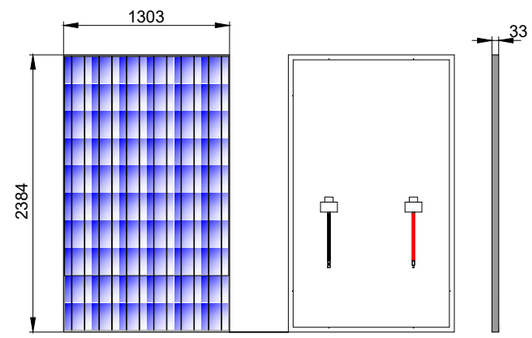
ESTRUCTURA 2Vx8

NÚMERO DE MÓDULOS POR ESTRUCTURA : 15 UDS.



NOTA: Cotas en milímetros.

X: Espacio en la mesa sin módulo.



NOTAS:
Se etiquetará el inicio y final de cada string.
La forma de denominar las instalaciones es:
Ix-Cyy-Szz donde x es el número del inversor, yy es la caja de nivel y zz el número de la serie o string.
Se utilizarán los conectores que empleen los módulos o compatibles.
Para evitar inducciones de rayos, el excedente de cable se recogerá en zig-zag, evitándose los bucles.
El cableado en circuitos exteriores de interconexión de módulos, serán aptos para intemperie y resistentes a la acción del sol.

Cable Solar 1500 Vdc +
Cable Solar 1500 Vdc -

CARACTERÍSTICAS MÓDULO FOTOVOLTAICO:	
Fabricante	TRINA SOLAR
Modelo	VERTEX TSM-NEG21C.20
Potencia máxima	695 Wp
Tensión en Pmax	40,3 V
Corriente en Pmax	17,25 A
Tensión en circuito abierto	48,3 V
Corriente de Cortocircuito	18,28 A
Eficiencia del módulo	22,4 %

*Standard test conditions (STC): 1000 W/m², AM1.5, 25ºC

NOTAS:

- Todos los cables situados bajo los módulos deberán estar protegidos del contacto involuntario con el personal/vehículos de mantenimiento que pasen por allí, colocando el cableado de strings debidamente conducido y fijado mediante bridas de poliamida resistentes a UV
- A fin de prevenir la inducción de rayos, el cableado debe realizarse en zig-zag evitando todo lo posible los bucles. Se debe tener cuidado de minimizar la exposición directa a la luz solar cuando los cables pasan entre los módulos.
- Se debe implementar un sistema de etiquetado de identificación/numeración/codificación para la identificación única de todos los cables. Las etiquetas deben ser permanentes, resistentes a la intemperie y a los rayos UV.

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: ESTRUCTURA SOPORTE

Nº PLANO: 1510-ME

HOJA: 3 DE 3

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	02.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

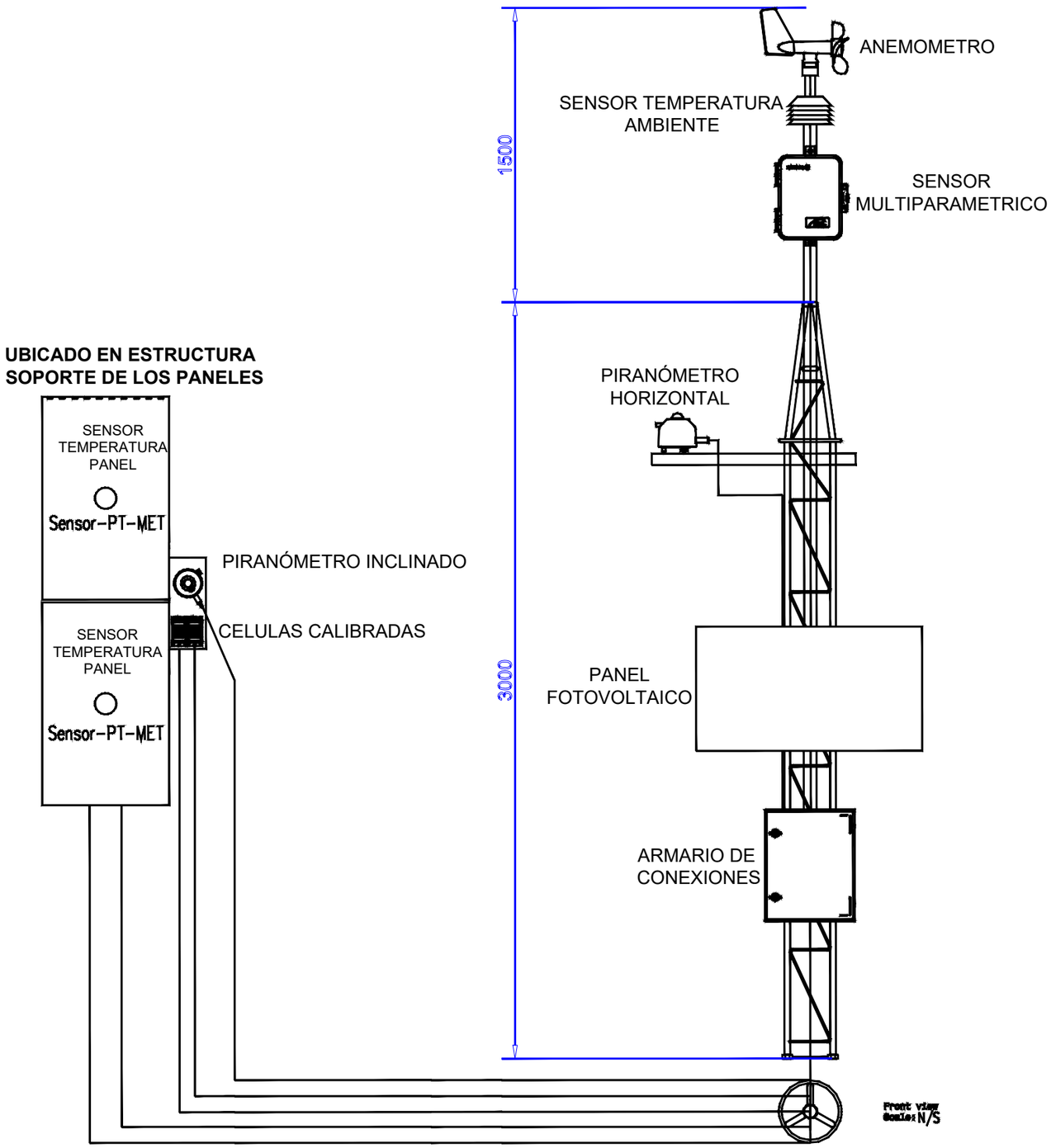
ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ENERMAT RENOVABLES, SL. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO

SPA-2024.12-CAS-1610-IS-DRW-RNX-01-DETALLE ESTACION METEOROLOGICA.DWG



Estación Meteorológica Completa	
TYPE OF SYSTEM:	WS-100
IEC 60364 /IEC 60216 / IEC 62548 / IEC 60529 / IEC 61643-11	
RATED VOLTAGES -TENSIONES ASIGNADAS -BEMESSUNGSSPÄNNUNGEN	230 VAC
RATED CURRENT -INTENSIDAD ASIGNADA -BEMESSUNGSSTROM	16A
WIRING DIAGRAM Nº -ESQUEMA DE CONEXIONADO -SCHALTPLAN-Nr	WS0100-18/01468/01
NÚMERO UNIDADES	1

NOTA: Cotas en milímetros.

Potencia POI:	3.500 kW
Potencia Instalada (inversores):	3.600 kWn@40º
Potencia DC (paneles):	4.753,8 kWp
Inclinación:	25º ; Azimut 0º
Modulo y potencia:	TRINA TSM-NEG21C.20 695W
Cantidad:	6.840
Instalación:	Fija 2Vx15 / 2Vx30 / 2Vx8
Pitch:	8,7 m.
Inversor:	Huawei 330KTL-H1
Cantidad inversores:	12
Strings:	228 strings x 30 módulos
Municipio:	Torrejón de Ardoz
Provincia:	Madrid
Pais:	España
Sistema de Coordenadas:	UTM/ETRS89
Centro Geometrico:	X: 460848,2245 Y: 4480484,0668 H: 30
Parcela (Centro Geom.):	28148A015000070000BD

PROYECTO: PF CASABLANCA

CLIENTE: KUNTUR INVESTMENTS, SL

TITULO: ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Nº PLANO: 1610-IS

HOJA: 1 DE 1

PAPEL: TAMAÑO ORIGINAL '"420 X 297" TAMAÑO TIPO "A-3"

A4 A3 A2 A1 A0

ESCALA: S/E

DIBUJADO POR:

APROBADO POR:

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	Diseño Inicial	02.05.2024	Y.R.G.
01	Modificación por requerimiento de I-DE	01.09.2026	R.C.C.

FIRMADO POR:

D. Antor
Colegiac
Colegio
Técnico:

ENERMAT RENOVABLES, SL
B13586201
Cuenca, 1 1º-1º 13005 Ciudad Real

FASE PROYECTO:

[X] Desarrollo [ ] Contrato [ ] Construcción [ ] As Built

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

PLIEGO DE CONDICIONES

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**10/07/2024**	**Y.R.G.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 CONDICIONES GENERALES 5

1.1 OBJETO 5
1.2 CAMPO DE APLICACIÓN 5
1.3 DISPOSICIONES GENERALES 5
1.3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES 5
1.3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO 6
1.3.3 SEGURIDAD PÚBLICA 6
1.4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO 7
1.4.1 DATOS DE LA OBRA 7
1.4.2 REPLANTEO DE LA OBRA. 7
1.4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO. 8
1.4.4 RECEPCIÓN DEL MATERIAL. 8
1.4.5 ORGANIZACIÓN. 8
1.4.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. 8
1.4.7 SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS. 9
1.4.8 PLAZO DE EJECUCIÓN. 9
1.4.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL. 10
1.4.10 PERIODOS DE GARANTÍA. 10
1.4.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA. 10
1.4.12 PAGO DE OBRAS. 11
1.4.13 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS. 11
1.5 DISPOSICIÓN FINAL. 11

2 CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN 12

2.1 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA. 12
2.2 ZANJAS. 12
2.2.1 ZANJAS EN TIERRA. 12
2.2.1.1 EJECUCIÓN. 12
2.2.1.2 DIMENSIONES Y CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN. 16
2.2.2 ZANJAS EN ROCA. 17
2.2.3 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES. 17
2.2.4 ROTURA DE PAVIMENTOS. 17
2.2.5 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS. 18
2.3 GALERÍAS. 18
2.3.1 GALERÍAS VISITABLES. 18
2.3.2 GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES. 20
2.4 ATARJEAS O CANALES REVISABLES. 20
2.5 BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED. 21
2.6 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS. 21
2.6.1 MATERIALES. 22
2.6.2 DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN. 23
2.6.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES. 24
2.6.3.1 CRUZAMIENTOS. 24

2.6.3.2 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS. 25
2.6.3.3 ACOMETIDAS (CONEXIONES DE SERVICIO). 26
2.7 TENDIDO DE CABLES. 27
2.7.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA. 27
2.7.1.1 MANEJO Y PREPARACIÓN DE BOBINAS. 27
2.7.1.2 TENDIDO DE CABLES. 27
2.7.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES. 29
2.7.2.1 TENDIDO DE CABLES EN TUBULARES. 29
2.7.2.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA. 30
2.8 MONTAJES. 30
2.8.1 EMPALMES. 30
2.8.2 BOTELLAS TERMINALES. 31
2.8.3 AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADOR. 31
2.8.4 HERRAJES Y CONEXIONES. 31
2.8.5 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS. 32
2.8.5.1 SOPORTES Y PALOMILLAS PARA CABLES SOBRE MUROS DE HORMIGÓN. 32
2.8.5.2 SOPORTES Y PALOMILLAS PARA CABLES SOBRE MUROS DE LADRILLO. 32
2.9 CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS. 32
2.10 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES. 33
2.11 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. 33
2.12 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN. 34

1 CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

1.2 CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes subterráneas de alta tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

1.3 DISPOSICIONES GENERALES

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

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

1.3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

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

a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.

b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.

c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.

d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.

e) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

f) Real Decreto 105/2008, de 1 de ABRIL, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1.3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado “f” del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

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

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

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

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

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

1.3.3 SEGURIDAD PÚBLICA

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

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

1.4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

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

1.4.1 DATOS DE LA OBRA

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

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

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

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

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

1.4.2 REPLANTEO DE LA OBRA.

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

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

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

1.4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

1.4.4 RECEPCIÓN DEL MATERIAL.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

1.4.5 ORGANIZACIÓN.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

1.4.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin prejuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de los dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

1.4.7 SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

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

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

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

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

1.4.8 PLAZO DE EJECUCIÓN.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

1.4.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL.

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

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

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

1.4.10 PERIODOS DE GARANTÍA.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

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

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

1.4.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra

y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

1.4.12 PAGO DE OBRAS.

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

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

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

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

1.4.13 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

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

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

1.5 DISPOSICIÓN FINAL.

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

2 CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

2.1 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).

- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.

- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.

- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.

- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

2.2 ZANJAS.

2.2.1 ZANJAS EN TIERRA.

2.2.1.1 EJECUCIÓN.

Su ejecución comprende:

a) Apertura de las zanjas.
b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
f) Tapado y apisonado de las zanjas.
g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georadar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).

Las canalizaciones 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.

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.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) Colocación de la cinta de "Atención al cable".

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

f) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

g) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

2.2.1.2 DIMENSIONES Y CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.

2.2.1.2.1 Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

2.2.1.2.2 Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

2.2.1.2.3 Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

2.2.2 ZANJAS EN ROCA.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

2.2.3 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

2.2.4 ROTURA DE PAVIMENTOS.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.

b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

2.2.5 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

2.3 GALERÍAS.

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

2.3.1 GALERÍAS VISITABLES.

- Limitación de servicios existentes.

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 ºC. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 ºC, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m.

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc).

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.

- Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

2.3.2 GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES.

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

2.4 ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

2.5 BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con al ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

2.6 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

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.

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, hincandora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.

B) Para el cruce de ferrocarriles.

C) En las entradas de carruajes o garajes públicos.

D) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.

E) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

2.6.1 MATERIALES.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

2.6.2 DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

2.6.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

2.6.3.1 CRUZAMIENTOS.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los

empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

2.6.3.2 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía

de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables de alta tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

2.6.3.3 ACOMETIDAS (CONEXIONES DE SERVICIO).

En el caso de que alguno de los servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

2.7 TENDIDO DE CABLES.

2.7.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

2.7.1.1 MANEJO Y PREPARACIÓN DE BOBINAS.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

2.7.1.2 TENDIDO DE CABLES.

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurran paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras

aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

2.7.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.

2.7.2.1 TENDIDO DE CABLES EN TUBULARES.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

2.7.2.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

2.8 MONTAJES.

2.8.1 EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

2.8.2 BOTELLAS TERMINALES.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

2.8.3 AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADOR.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ω.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. Ø inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

2.8.4 HERRAJES Y CONEXIONES.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

2.8.5 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

2.8.5.1 SOPORTES Y PALOMILLAS PARA CABLES SOBRE MUROS DE HORMIGÓN.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

2.8.5.2 SOPORTES Y PALOMILLAS PARA CABLES SOBRE MUROS DE LADRILLO.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

2.9 CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS.

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.

- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.

- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

2.10 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

2.11 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
d) Puntos de control de ejecución y notificación.
e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
h) Inspección durante la fabricación / construcción.
i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

2.12 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.

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

PRESUPUESTO

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**11/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

INDICE

1 PRESUPUESTO. DESCOMPUESTOS 4

1.1 PRESUPUESTO PLANTA FOTOVOLTAICA 4

2 PRESUPUESTO. RESUMEN 9

1 PRESUPUESTO. DESCOMPUESTOS

A continuación se detalla el presupuesto por subpartidas.

1.1 PRESUPUESTO PLANTA FOTOVOLTAICA

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1	**Capítulo**		**TRABAJOS PREVIOS**		**58.500,00**	**58.500,00**
1.01	Partida	Ud	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS E HIDROLÓGICOS Estudio geotécnico e hidrológico del terreno en cualquier tipo de suelo. Todo ello recogido en el correspondiente informe con especificación de cada uno de los resultados obtenidos, conclusiones y validez del estudio sobre parámetros para el diseño.	1,000	11.000,00	11.000,00
1.02	Partida	Ud	ESTUDIO TOPOGRÁFICO Levantamiento Topográfico de detalle.	1,000	3.500,00	3.500,00
1.03	Partida	Ud	INGENIERÍA Y CÁLCULOS PREVIOS	1,000	44.000,00	44.000,00
			1		**58.500,00**	**58.500,00**
2	**Capítulo**		**MOVIMIENTO DE TIERRAS**		**12.811,88**	**12.811,88**
2.01	Partida	m2	DESBROCE Y DESTOCONADO Desbroce y destoconado de la superficie de actuación con medios mecánicos, con carga y transporte a vertedero dentro de la parcela de los productos sobrantes para acopio temporal y posterior uso de la tierra vegetal dentro de la parcela.	48.642,643	0,100	4.864,26
2.02	Partida	m3	VIALES INTERNOS Y ACCESOS Suministro, extendido, nivelado y compactado por medios mecánicos de grava granulometría 40/80 mm, en capas de base de 10/20 cm de espesor, por tongadas según pendiente y medido sobre perfil, incluso preparación de la superficie de asiento, riego y refino hasta alcanzar un Proctor modificado del 90-95%, ejecutado de acuerdo a pliegos generales y particulares, memoria y planos, totalmente terminado.	18,000	25,60	460,80
2.03	Partida	m3	DESMONTE Desmonte en terreno blando con medios mecánicos, carga sobre camión y transporte a zona de extendido dentro de la obra. Medido sobre perfil teórico.	27,987	0,61	17,07
2.04	Partida	m3	TERRAPLENADO Formación de terraplenado a cielo abierto para cimiento de terraplén, mediante el extendido en tongadas de espesor no superior a 30 cm de material de la propia excavación, que cumple los requisitos expuestos en el art. 330.3.1 del PG-3 y posterior compactación mediante equipo mecánico hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio), y ello cuantas veces sea necesario, hasta conseguir la cota de subrasante. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo del material y humectación del mismo.	2.284,328	3,27	7.469,75
			2		**12.811,88**	**12.811,88**
Código	**Tipo**	**Ud**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio (€)**	**Importe (€)**

3	**Capítulo**		**URBANIZACIÓN**		**50.739,00**	**50.739,00**
3.01	Partida	m	VALLADO Vallado perimetral formado por malla de las características indicadas en memoria y planos, p.p. puertas, incluidos refuerzos en cambios de dirección, tornapuntas y tornillería necesarios. Se incluye la apertura de la cimentación así como el relleno de hormigón. Totalmente terminado.	973,900	10,00	9.739,00
3.02	Partida	m	DRENAJES Drenajes para evacuación de agua de la planta fv mediante cunetas superficiales revestidas de hormigón o en terreno natural según estudio y proyecto. Totalmente terminadas	600,000	35,00	21.000,00
3.03	Partida	PA	CANALIZACIONES ELECTRICAS Y OBRA CIVIL Todas la canalizaciones necesarias para la construcción de la planta, incluidos los pequeños trabajos de obra civil.	1,000	20.000,00	20.000,00
			3		**50.739,00**	**50.739,00**
4	**Capítulo**		**ESTRUCTURAS**		**615.000,00**	**615.000,00**
4.01	Partida	ud	ESTRUCTURA FIJA Suministro de estructura según memoria y planos. Incluyendo todo elemento auxiliar para fijación de módulos.	1,000	480.000,00	480.000,00
4.02	Partida	ud	MONTAJE ESTRUCTURA Montaje de todos los elementos que componen la estructura indicada en el punto anterior. Se incluyen todos los accesorios, materiales, traslado de maquinaria y medios auxiliares, almacenamiento y custodia, desembalado, ubicación en sitio definitivo, nivelado, ensamblado, sujeción y, en general, todos los preparativos, trabajos y útiles necesarios para realizar una correcta instalación.	1,000	85.000,00	85.000,00
4.03	Partida	ud	HINCADO POSTES ESTRUCTURA Hincado/cimentación de todos los elementos que componen cada estructura indicada en el punto 4,03 de acuerdo al estudio geotécnico. Se incluyen todos los accesorios, materiales, traslado de maquinaria y medios auxiliares, almacenamiento y custodia, desembalado, ubicación en sitio definitivo, nivelado, ensamblado, sujeción y, en general, todos los preparativos, trabajos y útiles necesarios para realizar un correcto hincado.	1,000	50.000,00	50.000,00
			4		**615.000,00**	**615.000,00**
5	**Capítulo**		**MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**		**892.551,60**	**892.551,60**
5.01	Partida	wp	MÓDULO FOTOVOLTAICO Suministro de Módulo solar fotovoltaico marca Módulos Monocristalino de 695 Wp. Modelo TRINA TSM-DE21 695 o similar. Incluyendo conexión entre módulos, parte proporcional de pequeño material instalado, trasladado y puesto en obra.	4.753.800	0,18	865.191,60
5.02	Partida	ud	INSTALACIÓN MÓDULO FOTOVOLTAICO Instalación y montaje de Módulo solar fotovoltaico Monocristalino de 690 Wp. Incluyendo conexión entre módulos, parte proporcional de pequeño material instalado, trasladado y puesto en obra. Totalmente instalado y funcionando.	6.840,000	4,00	27.360,00
			5		**892.551,60**	**892.551,60**
6	**Capítulo**		**INVERSORES**		**68.400,00**	**68.400,00**
6.01	Partida	ud	INVERSORES Suministro e instalación de conjunto Inversor de string, según características indicadas en la memoria incluso p.p. de sujeción de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Totalmente instalado, funcionando, puesta en marcha, medios de elevación, ayudas de albañilería conexiones, p.p. pequeño material, etc...	12,000	5.700,00	68.400,00
			6		**68.400,00**	**68.400,00**

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
7	**Capítulo**		**INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT PLANTA FV**		**121.191,16**	**121.191,16**
7.01	**Capítulo**		**INSTALACION ELECTRICA BT**		**25.841,16**	**25.841,16**
7.01.01	Partida	m	CIRCUITO C.C. 2X10 MM2 CU 1,8 KV DC 0,6/1KV AC RV-K . Conductor unipolar de sección 2x10 mm2 de Cobre H1Z2Z2-K, instalado por canalización y estructura, tensión de aislamiento 0.6/1 kV AC, 0.9/1.8 kV DC, ensayado y aprobado por el fabricante a 1,8 kV DC. se incluye zanja de canalización y cierre de la misma. Incluso p.p.de pequeño material, conexionado, etc. Totalmente instalado y verificado.	16.605,514	1,00	16.605,51
7.01.02	Partida	m	CIRCUITO A.C. 1x400 MM2 y 1x300 MM2 AL 0,6/1KV AC RV-K DIR.ENT. Conductor Unipolar de sección 1x400 MM2 y 1x300 mm2 de Aluminio RV-K, instalado directamente enterrado, tensión de aislamiento 0,6/1 KV, ensayado y aprobado por el fabricante a 1,8 kV DC. se incluye zanja de canalización y cierre de la misma. Incluso p.p.de pequeño material, conexionado, etc. Totalmente instalado y verificado.	2.491,561	1,70	4.235,65
7.01.03	Partida	PA	PROTECCIONES BT Cuadros y protecciones necesarios, según proyectos, para la instalacion de baja tension en el lado del campo generador. Inlcuido pequeño material	1,000	5.000,00	5.000,00
			7.01		**25.841,16**	**25.841,16**
7.02	**Capítulo**		**INSTALACION ELECTRICA BT SERVICIOS AUXILIARES**		**37.850,00**	**37.850,00**
7.02.01	Partida	ud	INSTALACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES Suministro e instalación de alimentación de servicios auxiliares comunes de la planta, para sistema de seguridad y monitorización. Totalmente instalado, probado y funcionando	1,000	32.500,00	32.500,00
7.02.02	Partida	ud	CUADRO GENERAL SERVICIOS AUXILIARES Cuadro general de mando y protección (CGMP), compuesto por armario metálico interior, de superficie M.Gerin o similar, con 20% espacio de reserva para posibles ampliaciones, incluso colocación y rotulado, en cuyo interior irán instalados los siguientes elementos indicados así como total definido en esquema unifilar.	1,000	5.350,00	5.350,00
			7.02		**37.850,00**	**37.850,00**
7.03	**Capítulo**		**RED DE TIERRAS**		**32.500,00**	**32.500,00**
7.03.01	Partida	PA	RED DE TIERRAS CAMPO SOLAR Suministro e Instalación de Conductor de Cu 35mm2 desnudo para formación de red de tierra del parque fotovoltaico, se colocara en zanja, incluso conexiones con con red de tierras de centros de transformación, incluido terminales de conexión, soldaduras, grapas de fijación y empalmes necesarios. Incluso suministro y colocación de Picas de puesta a tierra de acero cobrizado (acero y tratamiento superficial de cobre mediante tratamiento electrolítico de 100 micras), longitud 2m y diámetro 14,2mm, incluso material necesario para soldadura electrolítica con cable de cobre, con soldadura aluminotérmica.Totalmente instalado.	1,000	30.000,00	30.000,00
7.03.02	Partida	ud	RED DE TIERRAS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Suministro e Instalación de tierras con conductor de Cu 50mm2 desnudo, se colocara en zanja, incluso conexiones con con red de tierras interiores de centros de transformación, incluido terminales de conexión, soldaduras, grapas de fijación y empalmenes necesarios. Incluso suministro y colocación de Picas de puesta a tierra de acero cobrizado (acero y tratamiento superficial de cobre mediante tratamiento electrolítico de 100 micras), longitud 1,5m y diámetro 14,2mm, incluso material necesario para soldadura electrolítica con cable de cobre, con soldadura aluminotérnica.Totalmente instalado.	1,000	2.500,00	2.500,00

			7.03		**32.500,00**	**32.500,00**
Código	**Tipo**	**Ud**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio (€)**	**Importe (€)**
7.04	**Capítulo**		**MANO DE OBRA INSTALACION ELECTRICA BT**		**25.000,00**	**25.000,00**
7.04.01	Partida	ud	MANO DE OBRA INSTALACION ELECTRICA BT Instalacion y montaje de todo lo relacionado con la instalacion electrica en Baja Tension (AC y DC) del campo generador	1,000	25.000,00	25.000,00
			7.04		**25.000,00**	**25.000,00**
				7	**121.191,16**	**121.191,16**
8			**INSTALACIÓN ELÉCTRICA MT PLANTA FV**		**85.600,00**	**85.600,00**
8.01	Partida	ud	CENTRO DE TRANSFORMACION,PROTECCION, MEDIDA Y CONTROL Suministro e instalación de Centro de Transformación con Protección, medida y control (CTPMC) transformador de potencia y celdas de MT, según características indicadas en la memoria incluso p.p. de sujeción de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Totalmente instalado, funcionando, puesta en marcha, medios de elevación, ayudas de albañilería conexiones, p.p. pequeño material, etc...	1,000	56.000,00	56.000,00
8.02	Partida	m	LÍNEA DE EVACUACION MT (DESDE CT A APOYO PRIVADO) 3X150 MM2 AL 12/20 KV Línea eléctrica de media tensión de evacuación, desde CT a OCR, Al 12/20 kV HEPRZ1 o similar directamente enterrada en zanja, realizada con cables conductores de 3(1x240)Al HEPRZ1 12/20 kV, con aislamiento de dieléctrico seco HEPR, apantallado, con alambre de cobre de sección total 16 mm2, no armado, para una tensión nominal 12/20 kV, suministro y colocación de cables conductores, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado, incluso parte proporcional de terminales, empalmes y obra civil para zanjeado según planos. Totalmente instalado, incluso coca en arqueta final para su conexión.	96,000	150,00	14.100,00
8.03	Partida	ud	APOYO PASO AÉREO - SUBTERRÁNEO Apoyo Paso Aéreo - Subterráneo para conexión incluyendo apoyo de celosía , con una longitud nominal de 14 m, OCR telemandado y autoválvulas.	1	15.500,00	15.500,00
				8	**85.600,00**	**85.600,00**
Código	**Tipo**	**Ud**	**Resumen**	**Cantidad**	**Precio (€)**	**Importe (€)**
9	**Capítulo**		**CONTROL Y MONITORIZACIÓN**		**26.500,00**	**26.500,00**
9.01	Partida	PA	CONTROL Y MONITORIZACIÓN Suministro e instalación de sistema de monitorización mediante cable ethernet cat6 con el switch de comunicaciones existente en edificio eléctrico de control. Incluso rack de comunicaciones, equipo sai, datalogger y convertidor de señal a RJ45, alimentación para equipos con protección magnetotérmica y tomas de corriente compatibles en España. Suministro y tendido de f.o. multimodo.	1,000	14.000,00	14.000,00
9.02	Partida	PA	SCADA Y PPC Suministro e instalación de sistema de scada y control de potencia de la planta cumpliendo código de red (PPC) para registrar, controlar e informar sobre el comportamiento de la planta. pp proporcional de ayuda de equipos auxiliares. Medida la unidad de obra ejecutada y probada	1,000	8.000,00	8.000,00
9.03	Partida	ud	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	1,000	4.500,00	4.500,00

Suministro e instalación de estación meteorológica, incluyendo piranómetro, sensores de parámetros ambientales, terminal inteligente Gateway/datalogger Zigbee para unidades ZB-Connection con conexiones ethernet, USB y Wifi. Soporta conexión de modem GPRS o 3G externo. Es el equipo principal del sistema de sensores que se conectará directamente al router de la planta para transmitir la información recogida. Incluso antena de exterior, incluso suministro y montaje de poste. Unidad totalmente instalada y conexionada

			9		**26.500,00**	**26.500,00**
10	**Capítulo**		**SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA**		**29.217,01**	**29.217,01**
10.01	Partida	ud	SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA Suministro y montaje de sistema perimetral de seguridad y videovigilancia incluyendo postes de acero galvanizado para montaje de videocámaras, sistema de control de acceso, sistema de anti intrusión personal, CCTV incluyendo cámaras con visión infrarroja, focos infrarrojos con sus lámparas, red de datos de seguridad, centro de seguridad local, repuestos para montaje y puesta en servicio, almacenamiento, embalaje y transporte, totalmente instalado, incluyendo medios de elevación, accesorios, preparativos, trabajos y útiles necesarios para realizar una correcta instalación, calibrado y pruebas con CRA.	1,000	29.217,01	29.217,01
			10		**29.217,01**	**29.217,01**
11	**Capítulo**		**SEGURIDAD Y SALUD**		**19.792,00**	**19.792,00**
11.01	Partida	ud	SEGURIDAD Y SALUD Partida Alzada a justificar por el cumplimiento de la Normativa de Seguridad y Salud en la Construcción, tanto a nivel de protecciones individuales como Colectivas, según estudio de seguridad y salud.	1,000	19.792,00	19.792,00
			11		**19.792,00**	**19.792,00**
12	**Capítulo**		**GESTIÓN DE RESIDUOS**		**18.174,39**	**18.174,39**
12.01	Partida	ud	GESTIÓN DE RESIDUOS Partida alzada a justificar para la correcta gestión de los residuos derivados de la construcción y embalajes, así como su tratamiento en vertederos y/o gestores autorizados, según estudio de gestión de residuos.	1,000	18.174,39	18.174,39
			12		**18.174,39**	**18.174,39**
			TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		**1.998.477,04**	**1.998.477,04**

2 PRESUPUESTO. RESUMEN

A continuación, se detalla el presupuesto de la planta fotovoltaica con las partidas generales.

PLANTA FV		
1	TRABAJOS PREVIOS	58.500,00 €
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	12.811,88 €
3	URBANIZACIÓN	50.739,00 €
4	ESTRUCTURAS	615.000,00 €
5	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	892.551,60 €
6	INVERSORES	68.400,00 €
7	INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT PLANTA FV	121.191,16 €
8	INSTALACIÓN ELÉCTRICA MT PLANTA FV	85.600,00 €
9	CONTROL Y MONITORIZACIÓN	26.500,00 €
10	SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA	29.217,01 €
11	SEGURIDAD Y SALUD	19.792,00 €
12	GESTIÓN DE RESIDUOS	18.174,39 €
	PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL PLANTA FV	1.998.477,04 €
	13% GASTOS GENERALES	259.802,02 €
	6% BENEFICIO INDUSTRIAL	119.908,62 €
	PRESUPUESTO DE CONTRATA PLANTA FV	2.378.187,68 €
	IVA	499.419,41 €
	PRESUPUESTO TOTAL PLANTA FV	2.877.607,09 €

Este presupuesto total asciende a **DOS MILLONES OCHOCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS SIETE EUROS Y NUEVE CÉNTIMOS.**

Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS SL

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED
PF CASABLANCA

TORREJÓN DE ARDOZ
MADRID

SEPTIEMBRE 2026

PROMOTOR: KUNTUR INVESTMENTS SL

Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid

Preparado para:

KUNTUR INVESTMENTS, S.L.

Versión	Nombre	Fecha	Realizado	Revisado	Aprobado
00	**Emisión inicial**	**11/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
01	**Modificación LE / zanjas y vallado por vía pecuaria**	**13/12/2024**	**Y.R.G. / J.C.R.**	**R.C.C.**	**A.M.S.**
02	**Modificación por requerimiento de compañía I-DE**	**01/09/2026**	**R.C.C.**	**A.M.S.**	**A.M.S.**

ÍNDICE

1 MEMORIA 5

1.1 OBJETO. 5
1.1.1 OBJETO DEL PLAN DE SEGURIDAD. 5
1.1.2 DESIGNACIÓN DE COORDINADORES. 5
1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA 7
1.2.1 PROPIETARIO 7
1.2.2 SITUACIÓN 7
1.2.3 ACCESOS 8
1.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 9
1.2.5 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR 9
1.2.6 DEFINICIÓN DE LA OBRA 9
1.2.7 PRESUPUESTO DE LA CONSTRUCCIÓN 10
1.2.8 PLAZO DE EJECUCIÓN 10
1.2.9 NÚMERO DE TRABAJADORES 11
1.2.10 INSTALACIONES PROVISIONALES 11
1.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS 12
1.3.1 RIESGOS PROFESIONALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES 12
1.3.2 RIESGOS PROFESIONALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS 37
1.3.3 NORMAS ORGANIZATIVAS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 42
1.3.3.1 GENERAL 42
1.3.3.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 42
1.3.3.3 OBJETO DEL PLAN DE EMERGENCIA 43
1.3.3.4 PLAN DE EMERGENCIA 43
1.3.3.5 IZADO DE CARGAS 48
1.3.3.6 TRABAJOS EN ALTURA 48
1.3.3.7 EXCAVACIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS 50
1.3.3.8 TRABAJOS DE HORMIGÓN 51
1.3.3.9 ESTRUCTURAS 52
1.3.3.10 MONTAJE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 52
1.3.3.11 MONTAJE ELÉCTRICO 52
1.3.3.12 PINTURA 53
1.3.3.13 PRUEBAS 53
1.3.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL 54
1.3.5 PRIMEROS AUXILIOS 55

2 PLIEGO DE CONDICIONES 57

2.1 CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL 57
2.1.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN 57
2.1.2 OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS 58
2.1.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 61
2.1.4 ASIGNACIÓN Y PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS 62
2.1.5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD Y ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 63
2.1.6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. 63
2.1.7 LIBRO DE INCIDENCIAS 64

2.1.8 PRECIOS CONTRADICTORIOS 64
2.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA 65
2.2.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 65
2.2.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN 66
2.2.3 MEDIOS AUXILIARES 66
2.2.4 ÚTILES Y HERRAMIENTAS PORTÁTILES 66
2.2.5 MAQUINARIA DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE 66
2.2.6 INSTALACIONES PROVISIONALES 67
2.3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA 68
2.4 NORMAS GENERALES 69
2.5 NORMAS PARTICULARES 70
2.5.1 POLÍTICA SOBRE ALCOHOL Y DROGAS 70
2.5.2 TRÁFICO 70
2.5.3 EXCAVACIONES 71
2.5.4 ANDAMIOS 72
2.5.5 IZADO DE CARGAS 72
2.5.6 TRABAJOS DE SOLDADURA 74
2.5.7 INSTALACIONES PROVISIONALES 75
2.5.8 INTERFERENCIAS 80
2.5.9 PRENDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL 80
2.5.10 MEDIO AMBIENTE 83
2.5.11 FORMACIÓN 84
2.5.12 ORGANIZACIÓN 85
2.5.13 CONTROL DE PERSONAL, EQUIPOS DE TRABAJO, MATERIALES, PRODUCTOS Y SERVICIOS 85
2.5.14 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 86
2.5.15 SANCIONES 86

3 MEDICIONES Y PRESUPUESTO 87

4 CONCLUSIONES 88

5 PLANOS 89

6 ANEXOS 100

1 MEMORIA

1.1 OBJETO.

1.1.1 OBJETO DEL PLAN DE SEGURIDAD.

Se redacta el presente "Plan de Seguridad y Salud" a fin de dar cumplimiento al R.D. 1627/97 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, atendiendo a lo preceptuado en la Ley 31/1995 de la cual se deriva dicho R.D., así como la Ley 54/2003, de 12 de diciembre de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Teniendo en cuenta, en su redacción, la aplicación de las demás disposiciones legales vigentes en materia de Seguridad y Salud que previsiblemente puedan afectar al desarrollo de la obra de esta instalación eléctrica fotovoltaica sobre suelo.

Este documento, conforme a lo indicado en el Artículo 7, Punto 3, del R.D. 1627/97, constituye la Evaluación de Riesgos de la obra considerada.

Los instrumentos en los que se basa para la gestión y aplicación del presente Plan de Prevención será la evaluación de riesgos y si fuera necesario una planificación de la acción preventiva.

1.1.2 DESIGNACIÓN DE COORDINADORES.

El Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de proyecto será nombrado por la empresa que prepara el presente documento.

El Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de ejecución será nombrado por la empresa externa que hará el seguimiento de la ejecución de la obra y que esté especializada en esta labor.

El jefe de obra será designado por la presente empresa para llevar a cabo dicho proyecto conforme a lo especificado.

El objeto del presente Plan es analizar, estudiar y planificar en función del propio sistema de ejecución, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes profesionales, la evaluación de los riesgos y las instalaciones de higiene y bienestar.

En definitiva, se pretende cumplir con la legislación vigente y eliminar de la obra la siniestralidad laboral y la enfermedad profesional, elevando así el nivel de las condiciones de trabajo de esta construcción.

En función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, se podrán incorporar los Anexos oportunos al presente Plan de Seguridad y Salud. Dichos anexos y el resto que incluye este Plan de Seguridad y Salud deberán ser aprobados por el coordinador de Seguridad y Salud antes del inicio de todos los trabajos.

El Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de la Dirección Facultativa.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor efectuará un AVISO PREVIO a la autoridad laboral competente, todo ello de acuerdo con el Anexo III del R.D. 1627/1997 y en la forma que, en su caso, esté establecida por la Dirección General de Trabajo.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

1.2.1 PROPIETARIO

Como se ha indicado en la Memoria del proyecto, el presente proyecto se redacta a petición del titular de la planta proyectada:

Nombre de la Sociedad: **KUNTUR INVESTMENTS SL**
CIF: **B13651484**
Domicilio social: **Av. de Bruselas, 31, 28108 Alcobendas, Madrid**
Contacto: Ana Collado Martínez-Azua Telf.: 617079300 email: tramitacion@nexer.es

1.2.2 SITUACIÓN

La instalación se encuentra encuadrada en una parcela perteneciente al Término Municipal de TORREJÓN DE ARDOZ, provincia de Madrid (España).

Las coordenadas ETRS89/UTM de referencia y geográficas para el punto central de la planta fotovoltaica son:

X: 460.848,22
Y: 4.480.484,07
Huso: 30

Este punto central se encuentra dentro del vallado de la planta FV, concretamente en la parcela con R.C. 28148A015000070000BD.

Las instalaciones proyectadas se ubicarán en el término municipal de TORREJÓN DE ARDOZ (Madrid), con las siguientes referencias catastrales:

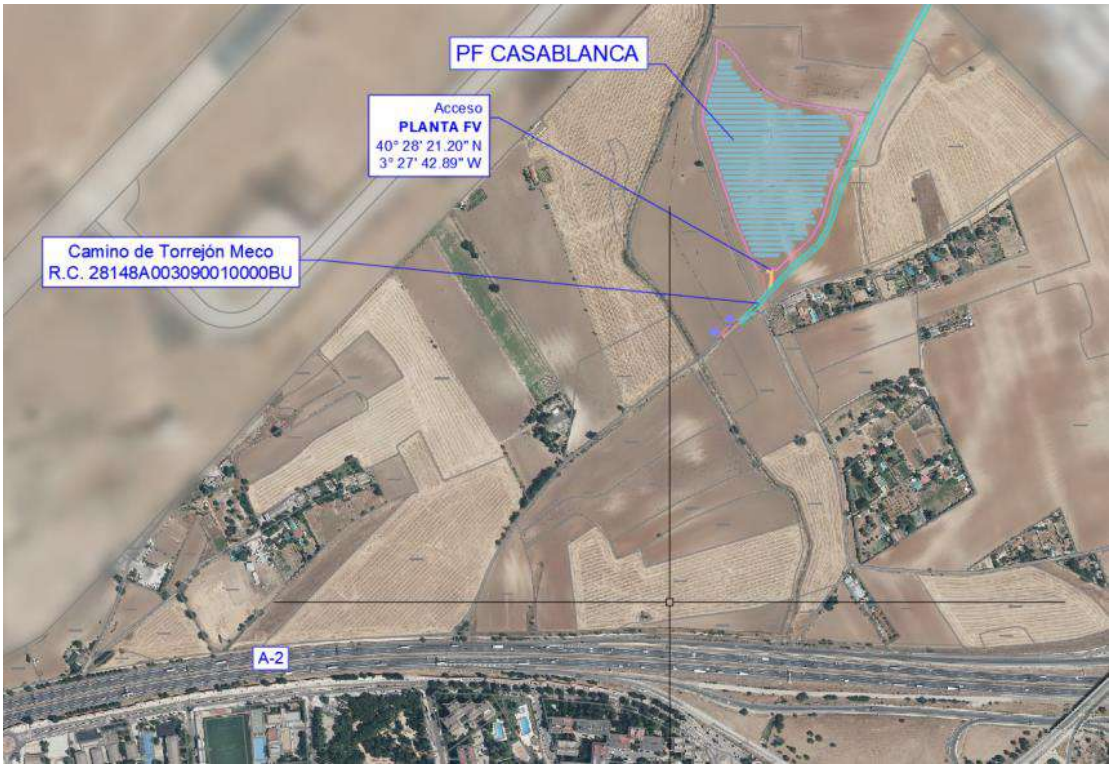
Planta fotovoltaica (Área vallado):

PROVINCIA	MUNICIPIO	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m²)	USO	ID	A PLANTA FV (ÁREA VALLADO) (m²)
Madrid	Torrejón de Ardoz	15	7	28148A015000070000BD	37.931	Agrario C	-	33.083,16
Madrid	Torrejón de Ardoz	15	8	28148A015000080000BX	21.214	Agrario C	-	15.559,49

La superficie total catastral de las parcelas es de 5,91 Ha. El total de la **superficie ocupada por la central solar fotovoltaica (perímetro del vallado) es de 4,86 Ha**

1.2.3 ACCESOS

El acceso principal a la planta se realizará a través de un camino de nueva construcción, que cruza la parcela donde se ubica la planta con R.C. 28148A015000070000BD, al cual se accede desde el camino público Torrejón Meco con R.C. 28148A003090010000BU.



1.2.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La obra objeto de este documento consiste en la construcción de una instalación solar fotovoltaica para conexión a red.

Esta instalación está formada por módulos fotovoltaicos que se conectan en serie y paralelo, y producen energía en corriente continua que es convertida a corriente alterna a través de un inversor. Esta energía es inyectada a la red de la distribuidora a través de un centro de transformación.

1.2.5 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

Se pretende la realización de:

- Instalación y montaje de la estructura metálica de soporte de los módulos fotovoltaicos, conexión de los módulos fotovoltaicos en serie, embridado del cableado de interconexión a la estructura.
- Conexión de las ramas de módulos formadas con el cable de la sección determinada hasta el edificio de inversores, recepción y colocación del mismo, conexión del inversor, tendido del cable y obra civil para llevarlo hasta el centro de transformación protección y medida, interconectando éste último al de seccionamiento próximo al punto de conexión a red.

1.2.6 DEFINICIÓN DE LA OBRA

Fases de Ejecución:

1. Tareas previas:
   - Cerramiento perimetral del terreno.
   - Señalización. Se colocará la señalización de la obra en la entrada al terreno.
   - Instalaciones provisionales. Montaje de las casetas e instalaciones de obra.
2. Obra civil:
   - Explanación y relleno. Se procede al desmonte y relleno.

- Cerramiento definitivo del solar. Consistente en postes metálicos y una malla metálica de dos metros de altura.
- Apertura de zanjas u pozos. Para la red de tierra otras zanjas y para el cableado eléctrico.
- Colocación de las estructuras

3. Montaje módulos fotovoltaicos:
   - Descarga de las placas solares.
   - Elevación y colocación de las placas. Las placas se encuentran en tensión. Los cables de conexionado son de clase II.
   - Cableado del campo fotovoltaico.
4. Centro de transformación protección y medida:
   - Instalación edificios.
   - Montaje eléctrico. Se realiza sin tensión.
5. Conexión a la red de la empresa KUNTUR INVESTMENTS SL
   - Tendido de cables.
   - Conexión a la red.
6. Instalación del sistema de seguridad perimetral:
   - Montaje de postes anclado en hormigón soportes del sistema.
   - Instalación de fuentes emisoras y receptora y cámaras de seguridad. Se realizará con un grupo electrógeno que contará con un cuadro de baja tensión según normativa vigente.
7. Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.
   - Energización central fotovoltaica: Estos trabajos serán realizados por personal cualificado y autorizado. Vienen descritos en anexos de este Plan de Seguridad.

1.2.7 PRESUPUESTO DE LA CONSTRUCCIÓN

El presupuesto total de ejecución material de la planta FV será de: **1.998.477,04 €**

1.2.8 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución se estima en SIETE meses a partir de la fecha de comienzo de las obras, incluidas la fase de pruebas y la puesta en marcha.

1.2.9 NÚMERO DE TRABAJADORES

Durante la ejecución de las obras se estima la presencia en la obra de 10 trabajadores cuando coincidan las fases de montaje e instalación eléctrica. Este número debe considerarse aproximado, pudiendo variar, en función de las diferentes alternativas de organización del trabajo.

1.2.10 INSTALACIONES PROVISIONALES

Para la construcción de la instalación fotovoltaica se prevé la necesidad de disponer de algunas instalaciones de tipo provisional, que sirvan de apoyo e infraestructura básica del contratista y empresas subcontratistas.

Se dispondrá de un estacionamiento para vehículos, exteriormente a la valla de cerramiento de la instalación.

La solicitud de la parcela necesaria para emplazar las instalaciones provisionales del subcontratista se realizará por escrito y siempre de acuerdo con las necesidades que indique cada subcontratista mediante previa solicitud. Esta zona (o zonas) será identificada, señalizada, vallada, vigilada y mantenida por el subcontratista, a su coste, hasta la finalización de la obra. Con la desmovilización del subcontratista, éste retirará todas sus instalaciones provisionales y dejará el terreno tal y como le fue entregado.

Las instalaciones provisionales dispondrán de calefacción, en invierno, sin que puedan utilizarse para ello aparatos de llama abierta.

No se instalarán comedores dentro del recinto de la central. Tampoco está permitido que el personal almuerce en la zona de trabajo, por lo que cada subcontratista deberá disponer los medios para que su personal abandone dicha zona durante el período de las comidas, así como mantener en perfecto estado de orden y limpieza la zona que se haya asignado, disponiéndose para ello de contenedores de desechos y de chatarra.

1.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS

En este apartado se analizarán en primer lugar los riesgos inherentes a actividades que se realizan en este tipo de obra con carácter general, para posteriormente pasar a considerar actividades más específicas, efectuando un análisis más exhaustivo de los mismos.

Una de las razones principales por la que analizamos en vez de por puesto de trabajo por actividad, es porque un mismo empleado puede estar en distintas actividades con distintos riesgos y estos durante el periodo que está realizando esa actividad.

También porque distintos tipos de empleados (eléctricos, mecánicos, …) pueden estar bajo los mismos riesgos por realizar un trabajo concreto y así podemos englobarlos.

Las actividades que puede desempeñar un empleado dependerá del grupo al que se le asigne, con riesgos específicos a esa actividad en concreto como se va a ver a continuación.

Por otra parte, la figura del jefe de obra no se ha introducido en ninguna actividad en concreto ya que en realidad está supervisando todas y tendrá los riesgos de todas ellas. En la evaluación tendrá la menor valoración posible, ya que no estará en esa actividad, solo la supervisará.

1.3.1 RIESGOS PROFESIONALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES

Las siguientes tablas muestran los riesgos y medidas preventivas de actividades generales, entendiendo por tal, aquellas que suelen aparecer en cualquier obra de construcción:

MOVIMIENTO DE TIERRAS				
DESCRIPCIÓN				
Acopios de materiales.	**Descarga de materiales voluminosos y su distribución por la obra.**			
Desbroce	**Riego el terreno**			
Explanación de terrenos	**Tránsito de vehículos pesados**			
Compactado de la parcela	**Movimiento de tierra retirada**			
MAQUINARIA		**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**		
Camión. **Traillas.** **Cuba para regar.** **Tractores.** **Retroexcavadoras.** **Vehículos.**		**Generador eléctrico de gasolina.** **Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).**	**Niveles láser.**	
RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
1. Atropellos, golpes, vuelcos de maquinaria y falsas maniobras.	**Evitable**	**Muy grave**	**Medio**	**Medio**
1. Proyección de partículas a los ojos. Polvo	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Bajo**
2. Riesgos de daños a terceros.	**Evitable**	**Medio**	**Medio**	**Medio**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN		
Riesgo 1: • **Se inspeccionará la zona antes de iniciar los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.** • **Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de vuelco, atropello y colisión.** • **Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria de desbroce, siempre que estén en funcionamiento. Señalización "Prohibido permanecer bajo radio de acción máquinas" y acotado de las zonas de trabajo.** • **Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras estarán en posesión del permiso de conducir y del certificado de capacitación.** • **Entrega de instrucciones de seguridad, y autorización al personal especializado en el manejo de la máquina.** • **Cuando el operador no tiene visibilidad o realice maniobras cerca de instalaciones eléctricas como líneas aéreas debe ser dirigido por un señalista.** • **El acceso de vehículos será independiente al acceso de operarios.** • **Se darán las instrucciones necesarias para la correcta realización de los trabajos.** • **La zona de trabajo se aislará mediante barreras y cinta de balizamiento.** • **Protección de peatones: Se señalizará con "PELIGRO MAQUINAS TRABAJANDO".** • **Las máquinas estarán dotadas de señal acústica de marcha atrás.** **Riesgo 2:** • **Se usarán gafas protectoras y mascarilla antipolvo.** • **Riego de pistas.** **Riesgo 3:** • **Se señalizará los accesos a las vías públicas mediante señalización vial normalizada de peligro indefinido y stop.** • **Se regarán con frecuencia los tajos en los que sea necesario y las cajas de los camiones para evitar polvaredas.** • **Los acopios de materiales se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos.**		
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Conductores de la maquinaria.** • **Personal responsable del movimiento de tierras.**		
PROTECCIONES INDIVIDUALES	**PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN**	
• **Utilización de calzado seguridad.** • **Guantes protección mecánica.** • **Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas.** •**Gafas protectoras, casco de seguridad y mascarilla antipolvo** :	• **Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones.**	

MOVIMIENTO DE TIERRAS EN PROXIMIDAD DE LINEAS ELECTRICAS				
DESCRIPCIÓN				
Acopios de materiales.	**Descarga de materiales voluminosos y su distribución por la obra.**			
Desbroce	**Riego el terreno**			
Explanación de terrenos	**Tránsito de vehículos pesados**			
Compactado de la parcela	**Movimiento de tierra retirada**			
MAQUINARIA		**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**		
Camión. **Traillas.** **Cuba para regar.** **Tractores.** **Retroexcavadoras.** **Vehículos.**		**Generador eléctrico de gasolina.** **Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).**	**Niveles láser.**	
RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
1. **Atropellos Electrocución por descarga directa o arco eléctrico por proximidad a la línea aérea a los vehículos que realizan tareas de apertura de zanjas y movimiento de tierras.**	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN				
Riesgo 1: • **Manejar el vehículo a menor velocidad y con elementos extensibles o maniobrables recogidos y/o bajados** • **Tomar precauciones cuando se esté cerca de algún tramo largo, entre los soportes de una línea eléctrica aérea, dado que el viento puede mover lateralmente el tendido eléctrico y reducir la distancia entre éste y la grúa.** • **Señalar rutas seguras cuando las grúas deban circular de forma frecuente en la proximidad de una línea eléctrica aérea** • **Tomar precauciones cuando se circule sobre terrenos que puedan provocar vaivenes u oscilaciones de la grúa en la proximidad de una línea eléctrica aérea.** • **Prohibir que se toque la grúa o sus cargas hasta que el trabajador autorizado indique que puede hacerse.**				
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Conductores de la maquinaria.** • **Personal responsable del movimiento de tierras.**				

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN	
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. •Gafas protectoras, casco de seguridad y mascarilla antipolvo :	• Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones.	

EXCAVACIONES				
DESCRIPCIÓN				
Acopios de materiales.	Realización de zanjas.			
Acondicionamiento de edificios	Preparación de encepados.			
MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES			
Camión. Retroexcavadoras. Mixtas.	Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).	Herramientas manuales (palas, …)		
RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Caídas de personas a distinto nivel.	Evitable	Media	Medio	Medio
2. Caídas de personas al mismo nivel	Evitable	Baja	Bajo	Muy bajo
3. Atropellos, colisiones y vuelco de maquinaria.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
4. Desplome o corrimiento de tierras.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
5. Riesgos de daños a terceros.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
6. Vibraciones y ruido.	Evitable	Media	Medio	Medio
7. Interferencias con conducciones o servicios subterráneos.	Evitable	Baja	Bajo	Muy bajo

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
Riesgo 1: • **Se darán las instrucciones necesarias para la correcta realización de los trabajos de excavación.** • **La zona de trabajo se protegerá mediante barreras rígidas si el riesgo de caída es superior a 2 m., o cinta de balizamiento si la posible caída es inferior.** • **Esta absolutamente prohibido la permanencia de personas dentro del radio de acción de las máquinas trabajando.** • **Protección de peatones: Valla de contención de peatones, señalización de advertencia y prohibición.** • **Protección del perímetro de las excavaciones, y del recorrido de las rampas, mediante barandilla rígida, o protección similar.** • **Para el acceso al fondo de las excavaciones, y comunicación entre los distintos niveles del terreno, se instalarán escaleras o torretas reglamentarias en todos los casos que sea necesario.** **Riesgo 2:** • **Suspender los trabajos cuando las condiciones climatológicas sean desfavorables (lluvia, viento, hielo, etc.).** • **Se exigirá la utilización de calzado de seguridad adecuado.** • **La zona de trabajo se aislará y balizará mediante barreras y cinta de balizamiento.** **Riesgo 3:** • **Uso de maquinaría por personal especializado y autorizado.** • **Programar y señalizar el recorrido de los vehículos de obra.** • **Empleo de topes para vehículos y maquinaria.** • **Señalización y acotado de la distancia de seguridad máxima de aproximación al borde de la excavación.** • **Uso de la maquinaría según recomendaciones del fabricante. Marcado CE.** • **Se inspeccionará la zona antes de iniciar los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas y vehículos.** • **Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de vuelco, atropello y colisión.** • **Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras estarán en posesión del permiso de conducir y del certificado de capacitación. Entrega de Instrucciones de Seguridad al personal especializado y autorizado en el manejo de la máquina.** • **Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria de excavación siempre que estén en funcionamiento. Señalización: "Prohibido permanecer bajo radio de acción las máquinas" y acotado de las zonas de trabajo.**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN		
Riesgo 4: • **No acopiar materiales en el borde de excavaciones y en zonas de influencia de talud.** • **Conocimiento de las características del terreno: nivel freático, sobrecargas, servicios y cimentaciones cercanas; para garantizar la estabilidad de los terrenos.** • **El sobreancho de la excavación y la inclinación de los taludes será la que se indique en el proyecto, o bien la que determine la Dirección Facultativa, de tal forma que no se puedan producir desprendimientos que afecten a los operarios que trabajen en el fondo de la excavación.** **Riesgo 5:** • **Se señalizarán los accesos a las vías públicas mediante señalización vial normalizada de peligro indefinido y stop.** • **Se regarán con frecuencia los tajos en los que sea necesario y cajas de camiones para evitar polvaredas.** • **Los acopios de materiales se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos.** **Riesgo 6:** • **Se emplearán cinturones antivibratorios en los trabajos con martillos neumáticos.** • **Se usarán protección auditiva si el nivel sonoro sobrepasa el permitido.** **Riesgo 7:** • **Se verificará la ubicación de los posibles servicios afectados.** • **En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos, se dará aviso a la Jefatura de Obra.** • **En caso de aparecer un servicio o conducción no verificado, se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso a la Dirección de Obra, que darán las instrucciones oportunas a seguir.**		
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Conductores de la maquinaria.** • **Personal responsable del movimiento de tierras.**		
PROTECCIONES INDIVIDUALES	**PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN**	
• **Utilización de calzado seguridad.** • **Guantes protección mecánica.** • **Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas.** •**Casco de seguridad.** •**Cinturones antivibratorios.**	**Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones.** **Señalización de advertencia.** **Valla de contención de peatones.**	

TERRAPLENES Y RELLENOS				
DESCRIPCIÓN				
Acopios de materiales.				
Preparación de taludes y terraplenes.				
MAQUINARIA		**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**		
Camión. **Retroexcavadoras.** **Mixtas.**		**Generador eléctrico de gasolina.** **Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).**	**Herramientas manuales (palas, …)**	
RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
1. Atropellos.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
2. Golpes y aprisionamiento con partes móviles de la maquinaria.	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**
3. Caídas al mismo o distinto nivel.	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**
4. Colisiones y vuelcos.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
5. Ambientes polvorientos	**Evitable**	**Baja**	**Bajo**	**Muy bajo**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
Riesgo 1: • **Todas las máquinas dispondrán de dispositivos sonoros y luminosos de marcha atrás.** • **Queda prohibido sentarse sobre la máquina o en sus inmediaciones.** • **Se señalizarán los recorridos de los vehículos y maquinaria.** • **En las maniobras en las que por el tamaño de la máquina no se pueda ver todas las partes de la misma, el conductor será auxiliado por un señalista.** • **Se utilizarán vallas de contención de peatones en aquellos casos en los que sea necesario.** **Riesgo 2:** • **Cualquiera que sea la manipulación a efectuar en la maquinaria o vehículo de obra, se hará con esta parada, extrayendo la llave de conexión, y calzando o bloqueando las partes móviles que pudieran ponerse en funcionamiento de forma inesperada. Se evitará realizar éstas en tramos con pendiente.** • **Está totalmente prohibido permanecer en el radio de acción de las máquinas.** • **El ayudante en las operaciones de descarga se situará suficientemente alejado del vehículo o maquinaria. Indicará mediante un jalón o sistema similar el lugar en el que debe producirse la descarga.** • **No se podrá transportar en las máquinas a personas, salvo que tengan asientos especialmente acondicionados para tal fin.** **Riesgo 3:** • **Se utilizarán los E.P.I.´s correspondientes, botas de goma antideslizante, etc.** • **En situaciones anormales (lluvia, niebla, etc.) se extremarán las precauciones. En caso necesario se suspenderán los trabajos.** **Riesgo 4:** • **Las máquinas y vehículos aparcarán o se estacionarán fuera de la zona de trabajo.** • **Las limitaciones de velocidad dependerán de las condiciones del tajo: accesos, número de personas que trabajen, visibilidad, etc.** • **Los traslados de máquinas pesadas que deban salir a carreteras, se realizarán precedidas de un coche piloto con indicadores, sin exceder las velocidades máximas autorizadas.** • **Después de bascular, la caja del vehículo deberá estar totalmente bajada antes de reanudar la marcha.** • **Se protegerán o balizarán los bordes de los terraplenes cuando se alcance la cota de coronación y se pare el tajo.** **Riesgo 5:** • **En zonas de producción de polvo, se regarán para evitar su emisión.** • **Se utilizarán los E.P.I.´s adecuados para obtener el nivel de exposición permitido.**
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Conductores de la maquinaria.** • **Personal responsable del movimiento de tierras.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN	
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. ••Gafas protectoras, casco de seguridad y mascarilla antipolvo	Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones. Señalización de advertencia. Valla de contención de peatones.	

ZANJAS Y POZOS				
DESCRIPCIÓN				
Apertura de zanjas.	Cierre de zanjas.			
Introducción de los tubos de las canalizaciones.				
MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES			
Camión. Retroexcavadoras. Mixtas.	Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).	Herramientas manuales (palas, …)		
RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Desprendimiento o corrimiento del terreno (riesgo de sepultamiento).	Evitable	Media	Bajo	Bajo
2. Caídas de personas al interior de la zanja.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
3. Vuelco o caída de vehículos o de maquinaria.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
4. Atropellos y golpes por maquinaria o vehículos.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
5. Riesgos de daños a terceros.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
6. Colisiones y vuelco de vehículos.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
7. Interferencias con conducciones o servicios subterráneos.	Evitable	Baja	Bajo	Muy bajo

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
Riesgo 1: • **No se permite que en las inmediaciones de las zanjas o pozos haya acopios de materiales a una distancia inferior a 2 m. del borde, en prevención de los vuelcos o deslizamiento por sobrecarga.** • **Las zanjas se entibarán siguiendo las directrices del proyecto y de la Dirección de Obra, cuando las características del terreno, en cada caso, así lo requiera.** • **En presencia de lluvia o de nivel freático alto, se vigilará el comportamiento de los taludes, en prevención derrumbamientos sobre los operarios. Se ejecutarán lo antes posible los achiques necesarios.** • **En presencia de riesgo de vuelco o deslizamiento de un talud, se dará orden de desalojo inmediato y se acordonará la zona en prevención de accidentes.** • **Antes de iniciar los trabajos diarios en zanjas y pozos, se revisará el estado de los taludes y posibles entibaciones, acondicionándose en caso necesario.** • **Cuando las zanjas tengan una profundidad superior a 1,50 m., se ataludará su coronación a 45º.** **Riesgo 2:** • **La zona de zanja o pozo abierto estará protegida mediante barandillas autoportantes ubicadas a 1 m. del borde superior del corte.** • **Se dispondrán pasarelas de madera o metálicas de 60 cm. de ancho, bordeadas con barandillas sólidas reglamentarias.** • **El personal deberá bajar o subir por escaleras de mano sólidas y seguras, que sobrepasan en 1 m. el borde de la zanja o pozo y amarradas firmemente al borde superior de coronación, para profundidades de zanja menores de 5 m. Para profundidades de zanja superiores, se accederá por medio de torretas tubulares metálicas con escalerillas interiores.** **Riesgo 3:** • **Se dispondrán, en las zonas de paso de vehículos, chapas de acero de 20 mm. de espesor, continúas y resistentes, que imposibiliten la caída a la zanja.** • **El lado de circulación de camiones o de maquinaria deberá balizarse a una distancia de la zanja o pozo no inferior a 2 m, mediante el uso de cuerdas de banderolas, o mediante bandas de tablón tendidas en líneas en el suelo y ancladas a él.** • **Se señalizarán los accesos y recorridos de los vehículos y maquinaria.** • **Las maniobras de marcha atrás de los vehículos al borde de zanjas o pozos, se dirigirán por personal especializado, evitando así desplomes y vuelcos.** • **Uso de topes de vehículos y maquinaria.**

Riesgo 4:

- **Entrega de Instrucciones de Seguridad al personal especializado en el manejo de la maquinaria.**
- **Señalización: "Prohibido permanecer bajo el radio de acción de las máquinas", y acotado de las zonas de trabajo.**
- **Cuando el operador no tenga visibilidad, debe ser dirigido por un señalista.**
- **El acceso de vehículos será independiente al acceso de operarios, en las distintas zonas en las que se actúe.**
- **Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del "Permiso de Conducir", y estarán en posesión del certificado de capacitación.**

Riesgo 5:

- **Se señalizarán los accesos a las vías públicas mediante señalización vial normalizada de peligro indefinido y stop.**
- **Se regarán con frecuencia los tajos en los que sea necesario y cajas de camiones para evitar polvaredas.**
- **Los acopios de materiales se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos.**

Riesgo 6:

- **Uso de la maquinaria por personal especializado.**
- **Programar y señalizar el recorrido de los vehículos de obra.**
- **Señalización de la distancia de seguridad máxima de aproximación al borde de las zanjas y/o pozos.**
- **Uso de la maquinaria según recomendaciones del fabricante. Marcado CE.**
- **Se inspeccionará la zona de trabajo antes de iniciar los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.**

Riesgo 7:

- **Se verificará la ubicación de los posibles servicios afectados.**
- **En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos, se dará aviso a la Jefatura de Obra.**
- **En caso de aparecer un servicio o conducción no verificado, se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso a la Dirección de Obra, que darán las instrucciones oportunas a seguir.**

PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS

- **Conductores de la maquinaria.**
- **Personal responsable del movimiento de tierras.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN	
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. •Casco de seguridad.	Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones. Señalización de advertencia. Valla de contención de peatones.	

COLOCACIÓN DE TUBOS				
DESCRIPCIÓN				
Tirada de los tramos de tubo				
Acoplamiento de tubos.				
MAQUINARIA		**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**		
Camión. **Retroexcavadoras.** **Mixtas.** **Carretilla.**		**Generador eléctrico de gasolina.** **Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).**	**Herramientas manuales (palas, …)**	
RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
1. Atropellos.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
2. Heridas en extremidades por manejo de los tubos. Sobreesfuerzos. Atrapamientos.	**Evitable**	**Media**	**Media**	**Medio**
3. Caídas de objetos.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
4. Vuelcos de maquinaria.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
5. Caídas de vehículos a zanja.	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
Riesgo 1: • **Los recorridos en marcha atrás deberán estar señalizados tanto luminosa como acústicamente.** • **Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de atropello y colisión.** • **Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria, siempre que esté en funcionamiento. Señalización: "Prohibido permanecer bajo radio acción máquinas" y acotado de las zonas de trabajo.** • **Todos los conductores de camiones, retroexcavadoras y grúas móviles serán poseedores del permiso de conducir y estarán en posesión del certificado de capacitación. Entrega de instrucciones de seguridad al personal especializado en el manejo de la maquinaria.** • **Cuando el operador no tenga visibilidad debe ser dirigido por un señalista.** • **El acceso de vehículos será independiente al acceso de operarios.** **Riesgo 2:** • **Se utilizarán elementos de izado y de movimientos, certificados CE.** • **Las tuberías en suspensión se guiarán mediante sogas instaladas en los extremos. Nunca directamente con las manos para evitar golpes, atrapamientos o empujones por movimientos pendulares.** • **Las tuberías se introducirán en las zanjas guiadas desde el exterior.** • **Los acopios de tuberías se harán en el terreno sobre durmientes de reparto de cargas. Apilados y contenidos entre pies derechos hincados en el terreno a suficiente profundidad** **Riesgo 3:** • **Se prohibirá la permanencia de personas en el radio de acción de la grúa móvil, y muy especialmente bajo cargas suspendidas.** • **Los medios de transporte y de izado de las tuberías serán los indicados por el fabricante de las tuberías. Deberán cumplir con las medidas de seguridad necesarias.** • **El peso a izar y la distancia de izado deberán estar comprendidas dentro del diagrama operativo de la grúa.** • **Tanto las eslingas como los ganchos de seguridad estarán en perfectas condiciones de uso. En caso contrario se rechazarán.** • **Las tuberías se introducirán en las zanjas guiadas con cuerdas desde el exterior.** **Riesgo 4:** • **Se debe prever un camino de acceso adecuado para el desplazamiento y posicionamiento de la grúa móvil.** • **Las zapatas estabilizadoras de la grúa móvil estarán apoyadas sobre terreno firme, alejadas como mínimo 2,00 metros del borde de las zanjas.** **Riesgo 5:** • **Se dispondrán sobre zanjas en las zonas de paso de vehículos, palastros continuos resistentes que imposibiliten la caída a la zanja o pozo.** • **El lado de circulación de camiones o de maquinaria deberá balizarse a una distancia de la zanja o pozo no inferior a 2 m., mediante el uso de cuerda de banderolas.** • **Se señalizarán los accesos y recorridos de los vehículos y maquinaria.** • **Las maniobras de marcha atrás de los vehículos al borde de zanja o pozos, se dirigirán por personal especializado, evitando así desplomes y caídas.** • **Uso de topes para camiones y maquinaria.**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN		
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • Conductores de la maquinaria. • Personal de obra civil.		
PROTECCIONES INDIVIDUALES	**PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN**	
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. ••Gafas protectoras, casco de seguridad y mascarilla antipolvo	Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones. Señalización de advertencia. Valla de contención de peatones.	

CIMENTACIONES				
DESCRIPCIÓN				
Preparación de encofrados	Vertido de hormigón			
Preparación de mallazos, encofrados, …	Desencofrado.			
MAQUINARIA	**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**			
Camión. Hormigonera. Carretilla. Retroexcavadoras. Vehículos.	Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).	Vibradores. Herramientas manuales (martillos…)		
RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Desprendimiento o corrimiento del terreno	Evitable	Media	Bajo	Bajo
2. Caídas de personas a distinto nivel.	Evitable	Media	Media	Medio
3. Electrocuciones por contacto directo o indirecto.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
4. Atropellos y golpes por maquinaria o vehículos.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
5. Heridas punzantes por caídas o golpes con armaduras.	Evitable	Media	Media	Medio
6. Colisiones y vuelco de vehículos.	Evitable	Media	Bajo	Bajo

7. Caídas de objetos.	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
Riesgo 1: • **No acopiar materiales en el borde de excavaciones y en zonas de influencia del talud.** • **Conocimiento de las características del terreno: nivel freático, sobrecargas, servicios y cimentaciones cercanas; para garantizar la estabilidad de los terrenos.** • **Entibaciones o sistemas equivalentes para garantizar los trabajos a realizar.** **Riesgo 2:** • **Protección del perímetro de la excavación y del recorrido de las rampas mediante barandilla rígida, o protección similar.** • **Para el acceso al fondo de la excavación se instalarán escaleras reglamentarias en los casos que sea necesario.** • **Señalización de la excavación de zapatas o zanjas.** • **Se procurará introducir la ferralla totalmente elaborada en el interior de los pozos para no realizar las operaciones de atado en su interior.** • **Instalación de barandilla de protección anclada a muro de contención.** • **En la ejecución de muros, se instalarán plataformas reglamentarias de trabajo, sobre el encofrado, dotadas de barandilla. En caso necesario se instalarán el número de plataformas necesarias, distintos niveles para evitar el trepado por el encofrado, en las tareas de montaje.** • **Disposición de escaleras reglamentarias para accesos a los diferentes niveles de trabajo.** **Riesgo 3:** • **Instalación de puestas a tierra en máquinas, cuadros eléctricos, etc.** • **Instalación de interruptores diferenciales de alta (30mA.) y media sensibilidad (300mA.) según los casos.** • **Conexiones a los cuadros de las mangueras o cables eléctricos mediante placas o clavijas de conexión.** • **Los empalmes de cables o mangueras se realizarán mediante conexiones estancas anti humedad.** • **Los cuadros eléctricos serán tipo intemperie (Norma UNE-240324) con puerta y cerradura de seguridad, prohibiéndose la manipulación a personal no especializado.** • **En las zonas de paso el tendido de cables será aéreo, para evitar su deterioro.** • **Utilizar conductor de protección ó 4º hilo.**

Riesgo 4:

- **Se inspeccionará la zona antes de iniciar los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.**
- **Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de vuelco, atropello y colisión.**
- **Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria, siempre que estén en funcionamiento. Señalización "Prohibido permanecer bajo radio acción máquinas" y acotado de las zonas de trabajo.**
- **Todos los conductores de máquinas estarán en posesión del permiso de conducir y del certificado de capacitación. Entrega de Instrucciones de Seguridad al personal especializado en el manejo de la maquinaria.**
- **Cuando el operador no tiene visibilidad debe ser dirigido por un señalista.**
- **El acceso de vehículos será independiente al acceso de operarios.**

Riesgo 5:

- **Clara delimitación de las áreas para acopio de maderas, armaduras, clavos, etc.**
- **Las armaduras, antes de su colocación, estarán totalmente terminadas.**
- **Una vez llenado el pilote, las esperas de las armaduras serán totalmente protegidas con cajones de madera o enterradas para evitar accidentes.**
- **En pilotes de gran diámetro donde existan riesgos de caída a su interior durante la ejecución, los operarios utilizarán cinturón de seguridad para aproximarse, a no ser que la tubería de revestimiento quede lo suficientemente alta que forme brocal.**

Riesgo 6:

- **Uso de la maquinaria por el personal especializado.**
- **Programar y señalizar el recorrido de los vehículos de obra.**
- **Señalización de la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de la excavación.**
- **Uso de la maquinaria según recomendaciones del fabricante.**

Riesgo 7:

- **Se prohibirá la permanencia de personas en el radio de acción de la grúa móvil, y muy especialmente bajo cargas suspendidas.**
- **El peso a izar y la distancia de izado deberán estar comprendidos dentro del diagrama operativo de la grúa.**
- **Tanto las eslingas como los ganchos de seguridad estarán en perfectas condiciones de uso. En caso contrario se rechazarán.**

PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS

- **Conductores de la maquinaria.**
- **Personal de obra civil.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. •Casco de seguridad.	Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones. Señalización de advertencia. Valla de contención de peatones.

ALBAÑILERIA Y OFICIOS	
DESCRIPCIÓN	
Arquetas de obra	Acerados.
Pequeños trabajos de albañilería.	Realización de monolitos.
Retoques en las cimentaciones.	Colocación de peanas.

MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES	
Camión. Retroexcavadoras. Vehículos. Carretilla.	Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).	Herramientas manuales. Vibradores.

RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Caídas de nivel.	Evitable	Medio	Medio	Medio
2. Caídas desde andamios.	Evitable	Medio	Medio	Medio

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN	
Riesgo 1: • **Mantenimiento y reposición de protecciones (brigada seguridad).** • **Instalación de barandilla en los huecos verticales (fachada, ascensor, etc.).** • **Orden y limpieza.** • **Condena de accesos a zonas desprotegidas.** • **En trabajos puntuales, con riesgo de caída de operarios, en los que no exista ningún tipo de protección, se deberá emplear cinturón de seguridad anclado a punto sólido de la estructura.** • **Mallazo de protección o cubiertas de madera en huecos horizontales de piso.** **Riesgo 2:** • **Instalación de red vertical de protección o barandilla rígida a la altura de 90 cm. desde la cota de trabajo, o uso de cinturón de seguridad anclado a puntos fijos de la estructura.**	
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Personal obra civil.**	
PROTECCIONES INDIVIDUALES	**PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN**
• Utilización de calzado seguridad. **• Guantes protección mecánica.** **• Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas.** **•Gafas protectoras, casco de seguridad y mascarilla antipolvo** **:**	**• Balizamiento y vallas.** **• Redes verticales de protección.** **• Andamios homologados.** **• Arneses.**

IZADO DE CARGAS				
DESCRIPCIÓN				
Traslado de cargas.	**Ayuda en colocación de materiales pesados.**			
Izado de materiales.				
MAQUINARIA	**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**			
Camión. **Plumas.** **Carretilla.** **Retroexcavadoras.** **Vehículos.**	**Generador eléctrico de gasolina.** **Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).**			
RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
1. Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**
2. Caídas de personas al mismo o distinto nivel.	**Evitable**	**Media**	**Media**	**Medio**
3. Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de maquinaria.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
4. Atropellos y golpes por maquinaria o vehículos.	**Evitable**	**Grave**	**Bajo**	**Medio**
5. Exposición a temperaturas extremas.	**Evitable**	**Media**	**Media**	**Medio**
6. Caídas de objetos.	**Evitable**	**Media**	**Bajo**	**Bajo**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN

Riesgo 1:

- **Orden y limpieza.**
- **No manipular el cable en el momento de la puesta en tensión.**
- **Retener y dirigir la carga mediante cables o cuerdas.**
- **Equipos de protección** individual: guantes y botas.

Riesgo 2:

- **Señalización y balizado.**
- **Instalación de protección vertical.**
- **Orden y limpieza.**

Riesgo 3:

- **Verificar el estado de la compactación del suelo.**
- **Evitar el recorrido cercano a zanjas, terraplenes, taludes y fosos.**

Riesgo 4:

- **Área de trabajo señalizada y despejada.**
- **Acompañamiento de un operario a pie con conocimiento de señales.**
- **Se inspeccionará la zona antes de iniciar los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.**
- **Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de vuelco, atropello y colisión.**
- **Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria, siempre que estén en funcionamiento. Señalización "Prohibido permanecer bajo radio acción máquinas" y acotado de las zonas de trabajo.**
- **Todos los conductores de máquinas estarán en posesión del permiso de conducir y del certificado de capacitación. Entrega de Instrucciones de Seguridad al personal especializado en el manejo de la maquinaria.**
- **Cuando el operador no tiene visibilidad debe ser dirigido por un señalista.**
- **El acceso de vehículos será independiente al acceso de operarios.**

Riesgo 5:

- **Protección individual: ropa adecuada.**
- **Interrupción de los trabajos.**

Riesgo 6:

- **Manejo de la grúa por personas especializadas.**
- **Evitar recorrido de la grúa cerca de terraplenes.**
- **Pestillos de seguridad en ganchos.**
- **Revisión de cadenas. Marcado CE de accesorios y elementos (cables, eslingas, ganchos).**
- **Tensión previa de los cables una vez enganchada la carga.**
- **Elevar la carga lo suficiente para evitar obstáculos.**
- **Realizar el recorrido a velocidad moderada.**
- **Dirigir la carga mediante cables o cuerdas.**
- **No situarse ningún operario debajo de la carga.**
- **Adecuación de los equipos de trabajo al Real Decreto 1215/97.**
- **Seguir los manuales de trabajo de los fabricantes de los equipos.**
- **Revisión de la pieza antes del izado.**
- **Acotar zona de trabajo.**

PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS

- **Conductores de la maquinaria.**
- **Personal de obra civil.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. •Casco de seguridad. •Correcta ropa de trabajo.	Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones. Señalización de advertencia. Valla de contención de peatones.

TENDIDO DE CABLES				
DESCRIPCIÓN				
Trabajos eléctricos de tendido de cables.	Realización de empalmes y botellas.			
MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES			
Tren de tirada de cables.	Generador eléctrico de gasolina. Focos de luz (si hay trabajos nocturnos).			
RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Lesiones o golpes por objetos o herramientas.	Evitable	Media	Media	Medio
2. Caídas de personas al mismo o distinto nivel.	Evitable	Media	Media	Medio
3. Exposición a condiciones meteorológicas adversas.	Evitable	Media	Bajo	Medio
4. Atropellos y golpes por maquinaria o vehículos.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
5. Contactos eléctricos directos.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
6. Caídas de objetos.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
7. Sobreesfuerzos.	Evitable	Media	Media	Medio

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
• **Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.).** • **En aquellos casos en que la señalización vial no sea suficiente para advertir la realización de trabajos, en zonas de circulación de vehículos o próximas a las mismas, sería necesaria la presencia de señalistas.** • **En el tendido de cables eléctricos el último tramo que se colocará, será el que se conecta con la fuente de alimentación.** • **Durante el tendido de este último tramo, se extremarán las medidas de precaución, cortándose la tensión durante las operaciones de empalme de los tramos, permaneciendo una persona responsable de la ausencia de tensión, hasta la finalización de los trabajos.** • **Es obligatorio el uso, por parte de todos los operarios, de los equipos de protección individual, previstos durante la realización de esta actividad de la obra. Poniendo especial hincapié en el uso del chaleco reflectante.** • **Las devanadoras o bovinas que se empleen, deben estar colocadas sobre los soportes adecuados, con el fin de que, al tirar del cable, no pueda caerse.** • **En los trabajos en pendientes, se calzarán adecuadamente.** • **Las zanjas y arquetas abiertas permanecerán correctamente señalizadas en todo momento.** • **En caso de realización de trabajos nocturnos, se utilizará señalización luminosa, que advierta de la existencia de zanjas o arquetas abiertas.** • **No se dejarán ni acopiarán objetos, herramientas o materiales en el borde de las arquetas o zanjas.** • **Se colocará aquella señalización vial, que sea necesaria, dependiendo de la zona en la que se están realizando los trabajos. Se irá modificando y adaptando según vaya progresando la ejecución de los trabajos.** • **Se mantendrá la superficie de trabajo libre de herramientas, materiales y obstáculos.** • **Si los trabajos requieren iluminación portátil, esta se realizará con lámparas cuya tensión sea de 24 V. Los portátiles, estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango aislado eléctricamente.** • **Siempre que no se esté trabajando en una arqueta, esta permanecerá cerrada.** • **Todos los trabajos de tendido de cables eléctricos se realizarán en ausencia de tensión.** • **Una vez terminada la jornada de trabajo, se dejarán, todos los elementos necesarios durante la realización del trabajo, correctamente acopiados en las zonas previstas para ello.** • **Una vez terminada una bovina, se retirará esta lo antes posible de la zona de trabajo, para evitar posibles riesgos.**
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Personal eléctrico.** • **Personal de obra civil.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas. •Casco de seguridad. •Correcta ropa de trabajo.	Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones. Señalización de advertencia. Valla de contención de peatones.

INSTALACIONES				
DESCRIPCIÓN				
Instalación de equipos.	Conexionado de cuadros.			
MAQUINARIA	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES			
N/A	Herramientas manuales.			
RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
1. Lesiones o golpes por objetos o herramientas.	Evitable	Media	Media	Medio
2. Caídas de personas al mismo o distinto nivel.	Evitable	Media	Media	Medio
3. Exposición a condiciones meteorológicas adversas.	Evitable	Media	Bajo	Medio
4. Exposición a iluminación deficiente.	Evitable	Media	Bajo	Medio
5. Contactos eléctricos directos e indirectos.	Evitable	Grave	Bajo	Medio
6. Caídas de objetos.	Evitable	Media	Bajo	Bajo
7. Sobreesfuerzos.	Evitable	Media	Media	Medio

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
• **Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.).** • **Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismo, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.** • **Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la celda, de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección personal. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.** • **El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar señalado para tal fin.** • **El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.** • **En la fase de obra de apertura de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropiezos.** • **La entrada en servicio de las celdas de transformación, se efectuará con el edificio desalojado de personal, en presencia de dirección de obra.** • **La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado, contra los contactos con la energía eléctrica.** • **La iluminación en los tajos no será inferior a los 100 lux, medidos a 2 m del suelo.** • **La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando portalámparas estancos con mangos aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 v.** • **Las herramientas de los instaladores eléctricos cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado, de forma inmediata.** • **Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán previamente notificadas y hecha pública su realización, a todas las personas que intervienen en la obra.** • **La zona en que se encuentren los equipos a probar, así como la zona de influencia o de peligro, alrededor de los mismos, será balizada, señalizada y vigilada por la empresa que realiza la prueba, con objeto de evitar la entrada a personal ajeno a la misma. La señalización incluirá carteles que indiquen Zona de pruebas- Prohibido el paso.** • **Todos los equipos en prueba serán señalizados con un sistema de tarjetas. La empresa que realiza la prueba será la responsable de la colocación de las tarjetas y de la retirada de las mismas.** • **Las pruebas de puesta en funcionamiento de la central fotovoltaica se realizarán con un protocolo que establezca las condiciones de las mismas e indique las medidas de seguridad específicas para cada caso. Este protocolo será preparado por el contratista que realice la prueba, en cada caso y se reflejará en los anexos que acompañen al Plan de Seguridad y Salud.** • **Para evitar la conexión accidental a la red de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la compañía suministradora, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.** • **Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS • **Personal eléctrico.**
PROTECCIONES INDIVIDUALES
• Utilización de calzado seguridad. **• Guantes protección mecánica.** **•Casco de seguridad.** **•Correcta ropa de trabajo.**

1.3.2 RIESGOS PROFESIONALES Y MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS

Las siguientes tablas muestran, de forma específica, los riesgos en la ejecución de una instalación fotovoltaica.

Se ha indicado en cada caso las medidas preventivas de aplicación, así como el tipo de protección adecuada para cada caso:

MONTAJE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTÁICOS		
DESCRIPCIÓN		
Acopios de materiales.	**Descarga de materiales voluminosos y su distribución por la obra.** **Ej: módulos fotovoltaicos, inversores.**	
Montaje módulos fotovoltaicos.	**Colocación e izado de los módulos.**	
Conexionado.	**Conexionado de los módulos.**	
Cableado y conexión hasta el centro de transformación.	**Cableado de la central fotovoltaica y conexión con el centro de transformación.**	
MAQUINARIA	**HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES**	
Camión con grúa. **Carretilla automotora.** **Vehículos.**	**Generador eléctrico de gasolina.** **Equipo de electrosoldadura. Radial.** **Taladros eléctricos. Atornilladora eléctrica. Amoladora.**	**Andamios tubulares.** **Bloques de poliestireno expandido.** **Útiles de izado.**

RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
Atropellos operarios.	Evitable	Muy grave	Medio	Medio
Choques entre máquinas.	Evitable	Grave	Bajo	Bajo
Arquetas o pozos abiertos.	Evitable	Grave	Bajo	Bajo
Desprendimiento carga durante su izado.	Evitable	Muy grave	Media	Medio
Caídas en altura (max. 2m) o a distinto nivel.	Evitable	Grave	Medio	Medio
Riesgo eléctrico por corte cable eléctrico de las herramientas por camiones.	Evitable	Graves	Media	Medio
Riesgo eléctrico por trabajos en tensión.	Evitable	Graves	Media	Medio
Riesgos de punzonamiento.	No evitable	Graves	Baja	Medio
Intoxicación por productos químicos.	Evitable	Muy grave	Baja	Medio

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN

•Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.).
• Circular a menos de 20 Km/h. en toda la obra.
• No montar las placas con vientos superiores a 30 Km/h.
• Utilización alarma sonora de marcha atrás.
• No permanecer en el radio de acción de la máquina que esté trabajando.
• No transitar por debajo de la carga mientras no permanezca apoyada.
• Estabilidad de andamios y borriquetas.
• Correcto montaje andamios.

PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS

- **Personal eléctrico**
- **Personal mecánico**
- **Personal de obra civil**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN	
• Utilización de calzado seguridad. • Guantes protección mecánica. • Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas.	• Balizamiento con conos o cierre mediante tapas o tablones.	• Arquetas de registro cableado.

MONTAJE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN

• Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.).
• Circular a menos de 20 Km/h. en toda la obra.
• Utilización sirena luminosa.
• Utilización alarma sonora.
• No permanecer en el radio de acción de la máquina que esté trabajando.
• Balizamiento zanjas de cimentación.
• Verter tierras a ambos lados de las zanjas del cableado y toma de tierra.
• No dejar los cables cruzados en el paso de los camiones.
• Mantener limpia la obra.
• Productos químicos perfectamente identificados.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

• Utilización de calzado seguridad.
• Guantes protección mecánica
• Utilización protectores auditivos en máquinas ruidosas y junto a ellas.
• Utilización protecciones auditivas con radiales.

	Tipo	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo
Atropellos operarios	Evitable	Muy grave	Medio	Medio
Choques entre máquinas	Evitable	Grave	Bajo	Bajo
Arquetas o pozos abiertos	Evitable	Grave	Bajo	Bajo
Desprendimiento carga durante su izado	Evitable	Muy graves	Media	Medio
Desplome panel mientras está apoyado sobre los bloques de poliestireno	Evitable	Muy grave	Medio	Medio
Caída a de altura o a distinto nivel	Evitable	Grave	Medio	Medio
Riesgos de punzonamiento	No evitable	Graves	Baja	Medio

CONEXIÓN A RED	
DESCRIPCIÓN	**PROTECCIONES COLECTIVAS/UBICACIÓN**
Montaje de apoyos eléctricos.	**Montaje de apoyos eléctricos para el tendido aéreo entre el centro transformación y la red de la compañía eléctrica. Excavación pozos, hormigonado y montaje de apoyos.**
Tendido conductor.	**Tendido del conductor en los apoyos.**
Conexión a la red.	**Conexión entre el tendido aéreo que parte del centro de transformación y la red de la compañía en el punto de conexión.**

MAQUINARIA:	HERRAMIENTAS MEDIOS AUXILIARES
Camión con grúa. Grúa telescópica. **Excavadora.** **Hormigonera.**	**Generador eléctrico de gasolina.** **Taladros eléctricos.** **Atornilladora eléctrica.** **Amoladora.**
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS	• **Personal eléctrico** • **Personal de obra civil**

RIESGOS ESPECÍFICOS		EVALUACIÓN DEL RIESGO		
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
Vuelco de maquinaria.	**No evitable**	**Grave**	**Alta**	**Medio**
Desprendimiento carga durante su izado.	**Evitable**	**Muy grave**	**Media**	**Medio**
Caída de altura o a distinto nivel.	**Evitable**	**Muy grave**	**Alto**	**Alto**
Caída de material y herramientas desde arriba.	**Evitable**	**Muy grave**	**Medio**	**medio**
Riesgo eléctrico, trabajos en tensión.	**Evitable**	**Muy grave**	**Alto**	**Muy alto**

MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN

- **Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.).**
- **Utilización del cinturón de seguridad en la máquina por si ésta vuelca.**
- **No permanecer en el radio de acción de la máquina que esté trabajando.**
- **No transitar por debajo de la carga mientras no permanezca apoyada.**
- **No usar medios de izado si no están en buenas condiciones.**
- **Desconectar el tramo del tendido aéreo al que se conecta el centro de transformación y la red de tierras.**
- **Las herramientas irán atadas al operario y los materiales pequeños irán en un cesto.**
- **El casco irá bien sujeto a la cabeza con un barbuquejo.**

PROTECCIONES INDIVIDUALES	**PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN**	
• Utilización de calzado seguridad. **• Guantes protección Mecánica** **• Sistema anticaídas.** **• Casco de seguridad.** **• Protecciones eléctricas si trabajan en tensión.**	**• Cesto para las herramientas**	**• Para el izado de herramientas o pequeño material.**

ENERGIZACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA				
DESCRIPCIÓN				
Energización centro de transformación	**Conexión del centro de transformación a la red de la compañía eléctrica**			
Energización módulos fotovoltaicos	**Energización campo fotovoltaico.**			
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS	• **Personal eléctrico**			
RIESGOS ESPECÍFICOS		**EVALUACIÓN DEL RIESGO**		
	Tipo	**Consecuencias**	**Probabilidad**	**Riesgo**
Riesgo eléctrico por trabajos en tensión	**Evitable**	**Mortales**	**Nulo**	
Riesgo eléctrico por fallo en aplicación instrucciones	**Evitable**	**Mortales**	**Alto**	**Peligroso**
Riesgo de incendio	**No evitable**	**Muy grave**	**Bajo**	**Moderado**
MEDIDAS PREVENTIVAS DE APLICACIÓN				
• Para todos los trabajos en tensión se tendrán en cuenta las 5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas (art. 62 y 67 de o.g.s.h.t.). **• Presencia de un extintor en los centros de transformación y seccionamiento y caseta de inversores.** **• Se cumplirán los procedimientos de trabajo.** **• La conexión a la red de la compañía eléctrica será realizado por personal cualificado.** **• Antes de la conexión se asegurará de que no hay personal en zonas de riesgo.**				

PROTECCIONES INDIVIDUALES	PROTECCIONES COLECTIVAS / UBICACIÓN	
• Epi's no conductores, aislantes. • Escaleras no metálicas. • Ropa no conductora.	• Extintor.	•Junto a la zona donde estén los operarios En las instalaciones.

1.3.3 NORMAS ORGANIZATIVAS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

1.3.3.1 GENERAL

El acceso a cualquier parte de la central fotovoltaica está sujeto a la previa autorización de del titular. Las empresas subcontratistas solicitarán de la Dirección de Construcción, la autorización de entrada del personal que deba trabajar en obra. La autorización para entrar en obra, no supone autorización para acceder a ninguna parte de la planta existente.

La Dirección de Construcción informará a las empresas subcontratistas sobre la extensión de la zona de obra que se encuentre libre de dicho requisito, en su caso, así como las condiciones y/o restricciones de trabajo en la misma, si las hubiera.

La operación de cualquier equipo, servicio o elemento de la planta existente queda reservada exclusivamente al personal del titular. El personal de construcción se abstendrá de realizar cualquier manipulación y comunicará a la Dirección de Construcción cualquier necesidad en este sentido. Esta norma incluye servicios tales como suministro de agua, energía eléctrica, etc.

1.3.3.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se dispondrá de extintores de incendios con carga no inferior a 6 Kg. de polvo polivalente y eficacia mínima 34 A y 89 B en los centros.

Por otro lado, también se adoptarán los siguientes medios de extinción durante el proceso de ejecución de la obra, basándose en extintores portátiles homologados y convenientemente revisados:

Un extintor de CO2 de 5 Kg. junto al cuadro general de protección.
Un extintor de polvo seco ABC de 6 Kg. en la oficina de obra.
Un extintor de CO2 de 5 Kg. en acopio de herramientas o líquidos inflamables,
Un extintor de polvo seco ABC de 6 Kg. en los tajos de soldadura o llama abierta.

1.3.3.3 OBJETO DEL PLAN DE EMERGENCIA

El Plan de Emergencia define la secuencia de acciones para el control inicial de las situaciones de emergencia que pueden producirse, planificando los medios humanos y materiales disponibles, así como el tipo de actividad desarrollada.

Cada subcontratista deberá adoptar las medidas del plan de emergencia interno elaborado por el contratista, en el que se indicarán las acciones particulares a desarrollar, medios disponibles para combatir emergencias, medios de comunicación y enlace, personas responsables de cada acción y cadena de mando establecida.

A efectos de facilitar el traslado de posibles accidentados a sus respectivos centros de atención sanitaria, el subcontratista entregará un escrito donde consten los datos de su Mutua de Accidentes y el Centro Sanitario Concertado, sus teléfonos de asistencia 24 horas y los de sus servicios de ambulancias si los tuviere.

1.3.3.4 PLAN DE EMERGENCIA

CLASIFICACION DE LAS EMERGENCIAS:

A. EMERGENCIA POR INCENDIO

Es el accidente que únicamente afecta a la zona de obra, provocado por un incendio parcial, pudiendo existir varios tipos de emergencia:

1. CONATO DE EMERGENCIA

Es el incendio que puede ser controlado y dominado de forma sencilla y rápida por el personal y medios existentes en la obra (extintores).

2. EMERGENCIA PARCIAL

Es el incendio que solo afecta a la obra, pero no puede ser controlado por el personal de la misma. Este, para ser dominado, requiere la utilización de equipos especiales de extinción (en el final de este apartado se anexiona el directorio telefónico para las distintas emergencias). En este caso se evacuará al personal de la obra.

3. EMERGENCIA GENERAL

Es el incendio que no solo puede afectar a la zona de obra, sino a otros sectores y a terceras personas. Se evacuará inmediatamente de la obra, se comunicará a dirección de obra, y se precisará la presencia de servicios de ayuda externos.

B EMERGENCIA EN CASO DE ACCIDENTE CON SERVICIOS AFECTADOS

Actuaciones en caso de emergencia con líneas eléctricas enterradas: En el caso de contacto de una línea eléctrica con maquinaria de excavación, transporte, etc., deben observarse las siguientes normas:

- Para el conductor o maquinista
  - Conservará la calma incluso si los neumáticos comienzan a arder.
  - Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre del riesgo de electrocución. Se intentará retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.
  - Advertirá a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
  - No descenderá de la máquina hasta que ésta no se encuentre a una distancia segura. Si desciende antes, el conductor entrará en circuito línea aérea - máquina suelo y estará expuesto a electrocución.
  - Si es imposible separar la máquina y, en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los medios habituales, sino que saltará lo más lejos posible de la máquina evitando tocar ésta.
- Normas generales de actuación
  - No tocar la máquina o la línea caída a tierra.
  - Advertir a otras personas amenazadas que no toquen la máquina o la línea, y que no efectúen actos imprudentes.
  - Advertir a las personas que se encuentren fuera de la zona peligrosa que no se acerquen a la máquina.
  - Hasta que no se realice la separación entre la línea eléctrica y la máquina, y se abandone la zona peligrosa, no se efectuarán los primeros auxilios a la víctima.
- Actuación en caso de rotura o fuga en canalizaciones de agua:

- Comunicación inmediata a la Compañía Instaladora, paralizando los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.
- Cuando sea necesario se acotará la zona

- Actuación en caso de rotura de línea telefónica o de comunicaciones enterrada:
  - Comunicación inmediata a la Compañía Suministradora, para su reparación.
- Actuación en caso de encontrarse en zona de obra una máquina susceptible de explotar:
  - En caso de descubrirse una máquina susceptible de explotar en la zona de obra, los trabajos deben ser inmediatamente interrumpidos, alejando del lugar al personal de obra y ajeno a la misma que por su proximidad pudiera ser afectado.
  - Si contáramos con edificios colindantes, se avisará a los propietarios como medida de precaución del posible riesgo.
  - Inmediatamente se comunicará a las autoridades competentes para que procedan a desactivar o retirar dicha máquina.

<u>EVACUACION DE ACCIDENTADOS</u>

Se tiene previsto información a todo el personal de obra de los diferentes centros médicos (Servicios Médicos, Mutualidad Laboral y Ambulatorios) dónde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se prevé la disposición en sitios bien visibles del directorio telefónico que se anexiona y de los centros asignados para urgencias.

<u>NORMAS GENERALES DE ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE</u>

- Si las lesiones no provocan al accidentado la pérdida de conocimiento y movilidad, y no se aprecian inicialmente lesiones graves, se evacuará mediante vehículo de obra, al Centro Hospitalario más cercano. En caso necesario previamente se le practicará una primera cura, haciendo uso de los medios del botiquín.
- En los accidentes donde haya pérdida de conocimiento del accidentado, o se sospeche que haya daños internos, se procederá del modo siguiente:
  - "No se moverá el accidentado" salvo que pueda peligrar su vida; fuego, asfixias, etc.
  - Comprobar que puede respirar espontáneamente, en caso contrario, aplicar técnicas de respiración artificial, y si fuese necesario masaje cardiaco (técnicas de reanimación).

- Solicitar ayuda inmediatamente (teléfonos de urgencias) y preparar accesos y evacuación, indicando la aproximación al lugar.
- No abandonar al lesionado. Siempre debe permanecer junto al accidentado una persona, o personas con conocimiento de primeros auxilios.
- Cubrir al accidentado con una manta para evitar enfriamientos y posibles shocks.
- Impedir que los compañeros lo atiendan simultáneamente y que lo muevan.
- Acompañar al accidentado, por al menos una persona, al centro de asistencia, para interesarse por el diagnóstico y facilitar los datos precisos.
- Comunicación del hecho a la Dirección Facultativa, a la Jefatura de Obras, para que sigan el procedimiento de comunicación, indicado en el organigrama que se anexiona.

A continuación, se anexiona un directorio telefónico para las distintas emergencias, que se puedan producirse en la obra.

DIRECTORIO TELEFÓNICO

- **DIRECCIÓN DE OBRA:** **Camino Laguna s/n**
  28850 TORREJÓN DE ARDOZ, MADRID

- **SERVICIO DE** EMERGENCIAS**:** 112

- **CENTROS DE ATENCIÓN PRIMARIA MÁS CERCANOS:**

  Centro De Salud Fronteras

  C/ Puerto de Navacerrada 4, 28850, TORREJÓN DE ARDOZ (Madrid)

  Teléfono centralita: 916 78 06 56

- **CENTROS HOSPITALARIOS MÁS CERCANOS:**

  HOSPITAL DE TORREJÓN DE ARDOZ

  Calle Mateo Inurria, 2, 28850, TORREJÓN DE ARDOZ (Madrid)

  Teléfono Centralita: 916 26 26 26

- **AYUNTAMIENTO:** 916 08 80 81
- **PROTECCIÓN CIVIL:** 916 77 24 53
- **OTROS TELEFONOS DE INTERÉS:**
  - ASEPEYO (URGENCIAS).- 900 151 00
  - GUARDIA CIVIL.- 062
  - POLICIA NACIONAL.- 091

1.3.3.5 IZADO DE CARGAS

Para el izado de cargas se utilizarán grúas, polipastos, cabrestantes, etc., dependiendo del tipo, configuración y peso de la carga a manejar. Todos los equipos de izado llevarán visible la indicación de la carga máxima autorizada o una tabla de cargas, según su configuración y condiciones de uso.

Las operaciones de izado de cargas serán dirigidas siempre por una persona experimentada en este tipo de trabajos. El subcontratista mecánico indicará, a su incorporación a obra, el nombre y experiencia de la persona encargada de dirigir estas operaciones.

El manejo de cargas con peso superior a cinco toneladas será objeto de un estudio de maniobra, que el subcontratista debe elaborar y presentar a la Dirección de Construcción, para su aprobación previa al inicio del trabajo. El estudio de maniobra debe incluir:

- Plano o croquis de la pieza, con indicación de la situación del centro de gravedad y de los puntos y forma de enganche para el izado/manejo.
- Características de la grúa o grúas a utilizar y tabla de cargas para la disposición elegida.
- Planos de planta y alzado, indicando la situación inicial, final y más desfavorable que adoptará la carga.
- Medios auxiliares a utilizar: Estrobos, grilletes, balancines, etc. y la justificación de su capacidad.
- Procedimiento de desestrobado, una vez terminada la maniobra.
- Nombre de la persona que dirigirá la maniobra.

Para la ejecución de maniobras de izado con grúas se tendrá en cuenta las condiciones meteorológicas (en especial viento) y las limitaciones que tenga establecidas el aparato de elevación en dicho sentido.

1.3.3.6 TRABAJOS EN ALTURA

Los trabajos que deban realizarse en lugares elevados se ejecutarán mediante la utilización de andamios, que deberán ser instalados, mantenidos y desmontados por una empresa especializada. Cada subcontratista presentará previamente a la Dirección de Construcción

su plan de andamiaje, indicando la empresa especializada que propone emplear y el tipo de andamio a utilizar, con las características y ficha técnica del mismo. Tanto las empresas de andamiaje, como los tipos de andamio estarán sujetos a la aprobación de la Dirección de Construcción. No se admitirán los andamios modulares de "escalerilla". En los trabajos de corta duración, en que no se justifique la instalación de un andamio, se utilizarán plataformas elevadoras autopropulsadas.

Los huecos en plataformas se protegerán con tapas resistentes de madera, fabricadas a medida. Aquellos en que la dimensión menor sea superior a 90 cm. podrán ir provistos de barandilla, en lugar de tapa. Todas las protecciones de huecos en plataformas serán provistas por el subcontratista que monte la estructura.

Con el fin de prevenir accidentes por caída de materiales, se balizará la posible zona de caída de éstos, al pie de los lugares en que se realicen trabajos en altura. Este balizamiento será de aplicación también durante el montaje de andamios, para la zona situada al pie de los mismos.

Todo el personal que trabaje en altura dispondrá de bolsas portaherramientas o cajas de herramientas. Las herramientas deberán, además, ir provistas de lazos sujetos al mango, que permita atarlas a la muñeca al ser utilizadas. Los trabajadores que deban manejar pequeño material, tal como tuercas, pernos, arandelas, cuñas, etc., dispondrán de cajas en que mantener dicho material hasta el momento de uso.

Siempre que haya trabajadores sobre la vertical de una zona en la que pueda trabajar o por la que pueda transitar personal, se colocarán avisos, a nivel del piso, indicando la presencia de dichos trabajadores.

La empresa que sea autorizada a retirar o mover rejillas, señalizará y protegerá el hueco ocasionado, hasta tanto la rejilla sea repuesta en su lugar. La misma norma es válida para la manipulación o retirada de cualquier tapa que proteja un orificio a nivel del suelo o de una plataforma (tapas de arquetas, por ejemplo).

No se permitirá almacenar materiales sueltos, tablones, etc., en lugares elevados que puedan ser batidos por el viento. Los elementos que deban permanecer en estos lugares, estarán suficientemente sujetos, anclados o atados. Los materiales a utilizar deberán

acopiarse a diario, no haciendo acopios mayores de la cantidad que vaya a ser utilizada durante la jornada.

1.3.3.7 EXCAVACIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

Con objeto de evitar daños a instalaciones o servicios enterrados, corte de accesos, interferencias con otros trabajos, etc., todo trabajo de excavación está sujeto a la obtención previa de un permiso escrito, que emitirá la Dirección de Construcción.

A estos efectos, se considera excavación todo trabajo, provisional o definitivo, que suponga actuar sobre la capa superficial del terreno, rebajando en algún punto la cota existente antes del inicio de dicho trabajo.

Se incluyen, por lo tanto, trabajos de pilotaje, nivelación del terreno, limpieza, desbroce, etc. Independientemente de lo anterior, el subcontratista de obra civil dispondrá de un localizador de cables, que permita detectar la presencia de conductores enterrados, antes de comenzar una excavación.

Los bordes de las excavaciones se rodearán con cinta balizadora doble, soportada por puntales de madera. Para acceder al fondo de toda excavación de profundidad superior a 60cm se dispondrán escaleras o escalas.

Todas las excavaciones se revisarán por el responsable designado por el subcontratista, para determinar la estabilidad de sus paredes. Aquellas cuya profundidad sobrepase 1 metro, se dotarán de paredes con talud de inclinación acorde con las características y condiciones del terreno y en todo caso, no superior a 60 grados o se entibarán en toda la profundidad de la excavación.

Cuando se ejecuten o descubran zanjas de longitud superior a 10 metros, se colocarán sobre las mismas, pasarelas para paso del personal, cada 10 metros de longitud de la zanja.

En el caso de la zanja de cables, las pasarelas serán dispuestas por el subcontratista de obra civil y su posterior mantenimiento será responsabilidad del subcontratista eléctrico, hasta la finalización de los trabajos.

1.3.3.8 TRABAJOS DE HORMIGÓN

Antes de pedir el hormigón, la zona de trabajo debe prepararse con las protecciones y elementos de trabajo precisos. Entre otros aspectos se revisará lo siguiente:

- Accesos suficientes y adecuados a la zona de trabajo, escaleras, rampas.
- Pasos de circulación sobre las parrillas, en caso de necesitarse transitar sobre éstas.
- Zona suficientemente ordenada y libre de obstáculos e impedimentos.
- Protección contra caídas en lugares elevados, plataformas, barandillas.
- Iluminación disponible y suficiente, en trabajos nocturnos.
- Operarios disponen de todos los equipos de protección personal.
- Medios de evacuación en caso de accidente.
- Agua limpia para lavado de ojos, en caso de salpicaduras.

Todas las esperas de acero se protegerán con elementos resistentes a la rotura en caso de impacto.

El manejo de la trompa de hormigonado será realizado por dos personas y se llevará a cabo por medio de cuerdas atadas al extremo de la misma, sin sujetar la trompa con la mano.

En cada cuadrilla de encofradores se designará una persona encargada de retirar o remachar los clavos, que permanezcan en las maderas procedentes de desencofrado. Esta persona se encargará de eliminar dichos clavos, a medida que se vaya desencofrando, con objeto de evitar el riesgo que suponen las puntillas.

La madera que se vaya liberando al desencofrar, se retirará del tajo inmediatamente, para evitar la acumulación de materiales y desperdicios, así como la reducción del espacio disponible y los riesgos asociados a ello.

El desembozado del conducto de bombeo de hormigón se hará en ausencia de personal ajeno al trabajo y usando la cesta de recogida de la bola de limpieza.

En los trabajos de hormigonado se utilizará preferentemente maquinaria, herramientas y equipos de accionamiento mecánico o neumático. Si se utilizan equipos accionados eléctricamente, se alimentarán con tensión de seguridad (24V) o de ser técnicamente

imposible, se protegerán con interruptores diferenciales con una sensibilidad de al menos 30mA.

1.3.3.9 ESTRUCTURAS

El montaje de estructura metálica que soporta los módulos fotovoltaicos se realizará sobre las zapatas de hormigón, izando las estructuras con una grúa si fuese necesario.

1.3.3.10 MONTAJE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El desembalaje de los módulos fotovoltaicos se realizará en la zona de almacenamiento de las mismas.

El montaje de los módulos se realizará con andamios homologados cuando la altura donde se coloquen lo precise.

1.3.3.11 MONTAJE ELÉCTRICO

El desembalaje de las bobinas de cable se realizará en la zona de almacenamiento de las mismas. Se eliminarán o remacharán los clavos de las maderas de cierre y éstas se acopiarán en un lugar adecuado o se enviarán directamente al contenedor de residuos que les corresponda.

El tendido de cables se realizará utilizando medios mecánicos, tales como cabrestantes. Se evitará el tendido por medios manuales y de ser necesario recurrir a este medio, los equipos de trabajo se organizarán al mando de un capataz experimentado, que coordine el movimiento armónico y unísono del grupo, por medio de señales convenidas, para evitar sobre-esfuerzos y accidentes. Antes de proceder al tendido de un cable manualmente, se harán ensayos de coordinación del grupo.

La bobina de cable se dispondrá sobre un vehículo, salvo que la configuración del espacio o accesibilidad de la zona no lo permita. El vehículo deberá ser de caja abierta (camión, pick

up, etc.), no admitiéndose el uso de furgonetas cerradas. Durante el trabajo de tendido del cable, el vehículo deberá permanecer parado, frenado y con calzos que impidan cualquier movimiento inadvertido del mismo. Nadie permanecerá en la caja del vehículo, salvo que exista un espacio libre superior a 50cm, entre la cara de la bobina y el lateral más próximo de la caja.

El montaje y cableado de cuadros de BT se realizará siempre sin tensión. Si el cuadro en que se trabaja tiene elementos en tensión, deberá existir una barrera entre éstos y el área de trabajo, con un grado de protección no inferior a IP4X, según norma IEC 529.

En el centro de transformación, sala de inversores y contadores no se almacenarán materiales, cables, herramientas, ni otros elementos que no sean los necesarios para el trabajo de cada jornada. Al final de cada día se retirarán los materiales y equipo sobrante, si lo hubiera.

El subcontratista eléctrico será responsable de mantener el balizamiento y protección de las zanjas de cables, mientras permanezcan abiertas, así como las pasarelas de cruce sobre las zanjas, aun cuando estas protecciones y pasarelas hayan sido colocadas por otros subcontratistas.

1.3.3.12 PINTURA

Las estructuras metálicas de soporte de los módulos fotovoltaicos no se pintarán ya que están galvanizadas.

1.3.3.13 PRUEBAS

Todas las pruebas serán previamente notificadas y hechas pública su realización, a todas las empresas que intervienen en la obra.

Las pruebas de puesta en funcionamiento de la central fotovoltaica se realizarán de acuerdo con un protocolo que establezca las condiciones de las mismas e indique las medidas de

seguridad específicas para cada caso. Este protocolo vendrá reflejado en los anexos que acompañan este Plan de Seguridad.

La zona en que se encuentren los equipos (módulos fotovoltaicos, inversores, contadores, interruptores BT) a probar, así como la zona de influencia o de peligro, alrededor de los mismos, será balizada, señalizada y vigilada por la empresa que realiza la prueba, con objeto de evitar la entrada a personal ajeno a la misma. La señalización incluirá carteles que indiquen "Zona de pruebas - Prohibido el paso".

Todos los equipos en prueba serán señalizados con un sistema de tarjetas. La empresa que realiza la prueba será la responsable de la colocación de las tarjetas y de la retirada de las mismas.

1.3.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

La protección de los trabajadores, visitantes y terceros contra el riesgo de sufrir un accidente, se realizará dando prioridad absoluta a las medidas de protección colectiva. No obstante, lo anterior y ante la imposibilidad de eliminar un riesgo, se deberán adoptar medidas de protección personal en todos aquellos casos en que el riesgo de accidente permanezca.

Con carácter general, todo el personal que trabaje en obra utilizará casco de seguridad, calzado de seguridad con puntera metálica y gafas contra impacto. Los visitantes serán dotados de las mismas protecciones indicadas, por parte de la empresa a la cual visiten. Los soldadores podrán utilizar casco de seguridad con pantalla de soldar acoplada o una protección integral de la cabeza y cara, que cumpla ambas funciones. Además de lo anterior, se utilizarán los siguientes equipos de protección personal:

- Arnés de Seguridad: Todo el personal que trabaje en un lugar expuesto a caída.
- Pantalla facial contra impacto: El personal que trabaje con amoladoras, radiales, martillo picador y máquinas de arranque de material, en general. El personal que trabaje con herramientas manuales de arranque de material.
- Trajes y botas de agua: Todo el personal que deba trabajar a la intemperie, en períodos de lluvia. Las botas serán usadas, además, por todo el personal que intervenga en trabajos de hormigonado u otras actividades que produzcan similares

condiciones de humedad de la zona de trabajo. Las botas de agua deberán cumplir la condición de ser también botas de seguridad.

- Guantes: Todo el personal incluido en la mano de obra directa. El tipo de guantes dependerá de la clase de trabajo realizado. Para trabajos con riesgo mecánico en general, se usarán guantes de cuero o mixtos de cuero y lona. Para trabajos en lugares húmedos o mojados, se emplearán guantes de caucho o plástico. Para trabajos con instalaciones eléctricas en tensión, se usarán guantes aislantes, así como también el personal que intervenga en la apertura de zanjas o canales con cables eléctricos en servicio. Los soldadores usarán guantes largos de cuero, complementados con manguitos, también de cuero.
- Calzado de seguridad aislante: Los electricistas y el personal que intervenga en la apertura de zanjas o canales con cables eléctricos en servicio.

1.3.5 PRIMEROS AUXILIOS

Cada subcontratista, así como el propio contratista, dispondrán de un botiquín de primeras curas en obra. Este botiquín estará a cargo de una persona, cuyo nombre será comunicado a la Dirección de Construcción. El botiquín contendrá los elementos que se detallan a continuación y que, como mínimo, han de ser los indicados en el Real Decreto 486/1997 en su Anexo VI.

Contenido del botiquín de emergencias:

- Gasas y vendas estériles
- Algodón hidrófilo
- Esparadrapo
- Guantes esterilizados desechables
- Yodo
- Alcohol
- Agua oxigenada
- Tijeras y pinzas estériles
- Tiritas y apósitos adhesivos
- Hielo instantáneo
- Pomada para quemaduras

- Vendas compresivas
- Suero fisiológico
- Pomada para contusiones
- Espray para contusiones musculares tipo REFLEX

2 PLIEGO DE CONDICIONES

2.1 CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

2.1.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra objeto del presente plan de Seguridad y Salud estará regulada por la Normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley 54/2003, de 13 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Ley de Subcontratación 32/2006
- R.D. 39/1997 de 17 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1.627/1.997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- R.D. 171/2004, de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de Coordinación de Actividades Empresariales.
- R.D 614/2001 Riesgo Eléctrico.
- R.D 2177/2004.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- Ordenanza de Trabajo para industria siderometalúrgica. Capítulo VII. Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- R.D. 485/1.997 de disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 1.215/1.997 que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- R.D. 487/1.997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social.
- R.D. 1407/1992. Condiciones para la comercialización de los equipos de protección individual (y modificaciones posteriores).
- R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias
- Reglamento de Aparatos a Presión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Aparatos Elevadores para Obra.
- R.D. 1.435/1.992 relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas.
- R.D. 1316/1989 sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados.
- Norma UNE 21621. Instalaciones eléctricas para obras al exterior sometidas a condiciones severas.
- Norma UNE 58 120 91. Grúas y aparatos de elevación. Selección de cables.
- Norma UNE 58 508 78. Instrucciones de servicio para manejo y entretenimiento de grúas móviles.
- NTP 669: Andamios de trabajo prefabricados (I): normas constructivas
- NTP 670: Andamios de trabajo prefabricados (II): montaje y utilización

2.1.2 OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

EMPRESARIO

El empresario debe proteger a sus trabajadores frente a los riesgos laborales según se indica en el artículo 14 de la Ley de Prevención de riesgos Laborales, con arreglo a los Principios de Acción Preventiva indicados en el artículo 15 de la ley de referencia.

El empresario planificará la Acción Preventiva a partir de la Evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, según el artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Capítulo II del Real decreto 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

El empresario facilitará información a cada trabajador de los riesgos específicos que afectan a su puesto de trabajo. Deberá consultar a los trabajadores y permitir su participación, en el marco de todas las cuestiones que afecten a la seguridad y a la salud en el trabajo, de conformidad con lo dispuesto en el capítulo V de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva tal como se establece en artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El empresario deberá paralizar la actividad en caso de riesgo grave e inminente, tal como se indica en el artículo 21 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El empresario deberá garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en los términos previstos en el artículo 22 de la Ley Prevención de Riesgos Laborales.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el artículo 23 de la Ley de Prevención de riesgos Laborales.

Para aplicar los principios de la acción preventiva, el empresario asumirá personalmente tal actividad o designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de Prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

La definición de estos servicios, así como la dependencia de determinar una de las opciones que se han indicado para su desarrollo, está regulado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en sus artículos 30 y 31, así como en el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, en su capítulo III.

El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el artículo 42 de dicha ley.

TRABAJADOR

La obligación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos está regulada en el artículo 29 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos laborales, según los términos previstos en los artículos 34, 35, 36, 37, 38 y 39, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

PROMOTOR

Según el artículo 2 del R.D 1627/1997, de 24 de octubre, promotor se define como cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.

Las obligaciones del promotor vienen reflejadas en los artículos 3,4 y 18 del Real Decreto 1627/1997.

CONTRATISTA

Según el artículo 2 del RD 1627/1997 de 24 de Octubre, contratista se define como la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Las obligaciones del contratista vienen reflejadas en los artículos 7,10, 11, 15, 16, y 19 del Real Decreto 1627/1997.

SUBCONTRATISTA

Según el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, subcontratista se define como la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista,

empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Las obligaciones del subcontratista vienen reflejadas en los artículos 10, 11 15 y 16 del RD 1627/1997.

2.1.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

Esta figura de la seguridad y salud fue creada mediante los artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 CEE, disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles.

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

En el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997 se regulan las figuras de los Coordinadores en materia de Seguridad y Salud:

- Cuando en la elaboración del proyecto de la obra intervengan varios proyectistas, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y de salud, durante la elaboración del proyecto de obra, según el apartado 1 del artículo 3 en cuestión.
- Cuando en la ejecución de la obra intervengan 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, según el apartado 2 del artículo 3 en cuestión.

En el artículo 5 del Real Decreto 1627/1997 se indica que cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a este elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad el estudio de seguridad y salud.
En el artículo 8 del Real Decreto 1627/1997 se reflejan los principios generales aplicables al proyecto de obra. En el punto 3 de dicho artículo, se indica que el coordinador durante la elaboración del proyecto de obra coordinará la aplicación de todo lo expuesto en este artículo.

En el artículo 9 del Real Decreto 1627/1997 se exponen las obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

2.1.4 ASIGNACIÓN Y PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS

En cumplimiento del artículo 32. Bis. de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, 31/1995, añadido por la Ley 54/2003 de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales, y ante la obligación del empresario de asignar presencia de recursos preventivos, cuando en el centro de trabajo se den los siguientes casos:
a) Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
b) Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
c) Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Y ante la posibilidad del empresario de poder asignar esta presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores que reúnan los conocimientos, calificación y experiencia necesarios en las actividades o procesos referidos y que cuenten con la formación preventiva como mínimo a las funciones de nivel básico (curso de 50 horas de duración).

Las personas asignadas deberán permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia y colaborar con los recursos preventivos de la empresa.

Se informará mediante un documento interno a los trabajadores implicados sobre dicha asignación como recursos preventivos. El recurso preventivo en obra será nombrado por la empresa.

En la empresa se establece que los recursos preventivos deberán estar presentes siempre que se realicen trabajos en altura, no obstante, será necesario estudiar con detenimiento el proyecto en cuestión para identificar en que trabajos más concretos será necesaria la presencia de recursos preventivos.

2.1.5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD Y ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 indica la obligatoriedad del promotor de hacer que se elabore un estudio de seguridad y salud, en la fase de redacción del proyecto.

El artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 también establece los condicionantes que debe cumplir un proyecto para que se realice un estudio de seguridad y salud o un estudio básico de seguridad y salud.

Los artículos 5 y 6 del Real Decreto 1627/1997 regulan el contenido mínimo de los documentos que forman parte de dichos estudios, así como por quién deben de ser elaborados.

2.1.6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El artículo 7 de Real Decreto 1627/1997 indica que el Contratista elaborará un Plan de Segundad y Salud en el trabajo.

Este Plan deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, las funciones indicadas anteriormente serán asumidas por la Dirección Facultativa.
El artículo 10 del Real Decreto 1627/1997 refleja los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.

2.1.7 LIBRO DE INCIDENCIAS

El artículo 13 del Real Decreto 1627/1997 regula las funciones de este documento.

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias.

2.1.8 PRECIOS CONTRADICTORIOS

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Plan de Seguridad y Salud que precisarán medidas de prevención con precios contradictorios, para su puesta en la obra, éstos deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador de Seguridad y Salud o por la Dirección Facultativa en su caso.

2.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

2.2.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, establece en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las normas de desarrollo reglamentario que deben fijar las medidas mínimas que deben adaptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Este Real Decreto 773/1997 garantiza la utilización por los trabajadores 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 del trabajo.

Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, establece las disposiciones mínimas de segundad y salud relativas a la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual (E.P.I.). Los E.P.I. deberán utilizarse cuando existen riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

En el ANEXO I del Real Decreto 773/1997, enumera una lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual.

En el ANEXO III del Real Decreto 773/1997 relaciona las actividades, a modo enunciativo, que puedan requerir la utilización de equipos de protección individual.

En el ANEXO IV del Real Decreto 773/1997 establece una serie de indicaciones no exhaustivas para la evaluación de los equipos de protección individual respecto a:

- Riesgos.
- Origen y forma de los riesgos.
- Factores que se deben tener en cuenta desde el punto de vista de la seguridad para la elección y utilización del equipo.

2.2.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, en su ANEXO IV regula las disposiciones mínimas de segundad y salud que deberán aplicarse en las obras, dentro de tres apartados:
Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.
Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.
Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en tas obras en el exterior de los locales.

2.2.3 MEDIOS AUXILIARES

Para la utilización de los medios auxiliares se seguirán las indicaciones del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Para la utilización de escaleras y andamios se seguirán las directrices marcadas en el Real Decreto 2117/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica dicho Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura

2.2.4 ÚTILES Y HERRAMIENTAS PORTÁTILES

El Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, establece las disposiciones mínimas de segundad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

2.2.5 MAQUINARIA DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE

En el ANEXO IV, punto 6, PARTE C del R.D. 1627/1997 establece los requisitos que deberán cumplir aparatos elevadores.

Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos, Real Decreto 2291/1985, de 8 de Noviembre, (Grúas-Torre).

Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-2» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a carretillas automotoras aprobada por Orden de 26 de Mayo de 1989.

Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-4» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para (a utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.

2.2.6 INSTALACIONES PROVISIONALES

Se atendrán a lo dispuesto en el R.D 1627/1997 de 24 de Octubre en su ANEXO IV.

2.3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Una vez al mes, la Constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme al Plan y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra.

Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Plan, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar.

En caso de ejecutar en la obra unidades no previstas en el presupuesto del Plan, se definirán total y correctamente las mismas, y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono tal como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios el Contratista comunicará esta proposición a la propiedad por escrito, procediéndose seguidamente a lo estipulado en el apartado 2.2.5. de las Condiciones de índole Facultativo.

2.4 NORMAS GENERALES

Cada subcontratista enviará un listado de descripción de los trabajos a realizar, conjuntamente con su oferta y en el momento de realizar la misma. No necesita incluir un presupuesto detallado, ni mediciones; pero sí definir la tecnología, organización, etc. con que el subcontratista piensa acometer la obra, indicando los medios de seguridad necesarios para que, en el caso de no estar contemplados, puedan ser incluidos en el Plan de Seguridad al que se deben adherir antes de comenzar la obra. El presupuesto puede sustituirse, en esta fase, por un porcentaje estimativo del importe del contrato.

El presente Plan de Seguridad y Salud se modificará en su caso, adaptándolo y recogiendo los procedimientos de trabajo adaptados a las características particularizadas de la obra de cada subcontrata extraídos de sus respectivas evaluaciones iniciales de riesgos.

2.5 NORMAS PARTICULARES

2.5.1 POLÍTICA SOBRE ALCOHOL Y DROGAS

No está permitida la introducción, ni el consumo en obra de bebidas alcohólicas o de sustancias clasificadas como drogas. Esta prohibición incluye el consumo de vino, cerveza y bebidas similares dentro de cualquiera de las áreas relacionadas con el trabajo. Las personas de las que se sospeche que pueden estar bajo la influencia de estas sustancias, serán invitadas a abandonar la obra. La Dirección de Construcción se reserva el derecho de inspeccionar los efectos personales de cualquier trabajador, en presencia de su propietario, dentro de una campaña de comprobación del cumplimiento de estas normas.

Las personas que se encuentren bajo tratamiento médico y utilicen medicamentos que puedan afectar a su capacidad de concentración o reflejos o que produzcan somnolencia, deberán comunicarlo a su mando directo, si se encuentran en una de las situaciones siguientes:

- Conductores de vehículos
- Operadores de maquinaria
- Trabajos en altura
- Trabajos en espacios confinados
- Operaciones de izado

2.5.2 TRÁFICO

La entrada en obra de cualquier vehículo deberá ser previamente autorizada por la Dirección de Construcción y queda limitada a los vehículos de empresa, no admitiéndose la entrada de vehículos particulares. El subcontratista solicitará por escrito a la Dirección de Construcción, la autorización de entrada de aquellos vehículos que precise para la ejecución de las obras, justificando la necesidad de los mismos y adjuntando la siguiente documentación:

- Permiso de circulación
- Nombre del conductor y permiso de conducir
- Última revisión ITV realizada
- Seguro de responsabilidad civil

La velocidad máxima permitida es de 30 Km/h para vehículos en general y de 20 Km/h para grúas.

No se permite el transporte de personas en vehículos que no estén diseñados para ello. Está absolutamente prohibido hacerlo en el exterior de la cabina, en los estribos, etc. La violación de esta norma supondrá la retirada de la autorización de entrada en la central fotovoltaica del vehículo.

El estacionamiento de vehículos se hará siempre en los lugares designados para ello. No se detendrá un vehículo en lugares en que pueda estorbar el tráfico o los trabajos en curso.
Si fuera necesario mantener el bloqueo de alguna zona en horas nocturnas (por ejemplo, para realización de zanjas), se informará de ello al responsable de planta y se dispondrá balizamiento luminoso, además de la señalización anteriormente indicada.

2.5.3 EXCAVACIONES

Las entibaciones que deban realizarse se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en la norma NTE ADZ. El Subcontratista podrá proponer la utilización de otra norma, cuyas condiciones de seguridad sean al menos equivalentes a las de la norma indicada o bien, justificar el sistema de entibación elegido, mediante cálculo.

Las tierras de excavación se irán cargando en camiones o en motovolquetes y retirando de obra, a medida que se vayan produciendo, sin originar acopios en espera.
Los bordes de las excavaciones y taludes se sanearán y limpiarán de materiales sueltos, que pudieran caer. No se acopiarán materiales, ni cargas de ninguna clase, a una distancia menor de 2m del borde de la excavación.

Las pasarelas para cruce de zanjas tendrán una anchura mínima de un metro y dispondrán de barandilla y rodapié. La pasarela apoyará en sus dos extremos, en una longitud no inferior al 25% de la anchura de la zanja, en cada extremo.

Se organizará el tráfico interior de camiones, de manera que los vehículos en espera de carga permanezcan separados de la zona de trabajo. El vehículo que esté siendo cargado, se mantendrá a una distancia del borde de la excavación igual o superior a la profundidad de

ésta. Los camiones accederán a la zona de trabajo y abandonarán la misma, utilizando las calles destinadas para tal uso.

2.5.4 ANDAMIOS

Los andamios serán de tubo de acero galvanizado o pintado, pudiéndose utilizar un sistema de tubos y grapas o bien un sistema de andamio modular por elementos. No se admite el uso de andamios modulares de tipo escalerilla, en los que se usa el propio montante del andamio como escalera de acceso y en que la andamiada debe instalarse a una altura fija.

Los andamios deben cumplir la norma RD 1215, RD 2177/2004, NTP 669 y 670.

Cuando un andamio haya terminado su función, deberá ser desmontado en su totalidad. Si, excepcionalmente, un andamio debiera quedar parcialmente desmontado y perdiera sus condiciones de seguridad para el personal, se colocará una tarjeta roja de "Andamio prohibido".

No se utilizarán andamios colgantes en esta obra.

2.5.5 IZADO DE CARGAS

Antes de proceder al izado de una carga se balizará con cinta o vallas la zona de posible caída de la carga, colocándose además carteles normalizados. Esta zona deberá mantenerse bajo vigilancia, por parte de la empresa que realiza el izado, a fin de que no acceda a ella ninguna persona no autorizada, durante el transcurso de la maniobra.

Antes de situar la grúa se inspeccionará el terreno, para comprobar su capacidad portante. Los gatos no se apoyarán directamente sobre el terreno, sino interponiendo placas de reparto, que preferentemente serán de la propia grúa; en su defecto se usarán chapas metálicas o un lecho de tablones de madera.

Una vez estrobada la carga, se levantará ligeramente con la grúa y se volverá a comprobar el correcto apoyo de los gatos y la adecuada sustentación del terreno.

El operador responsable del equipo de izado deberá permanecer a los mandos del mismo, mientras la carga se encuentre suspendida de éste.

No se permite la realización de maniobras de izado en horas nocturnas. Para evitar dicha circunstancia, toda operación deberá plantearse con tiempo suficiente, incluyendo un margen para imprevistos, que permita completar la maniobra durante las horas de día. En el caso de izados críticos, se iniciará la operación siempre antes de mediodía.

Todas las cargas deben ser conducidas durante su izado. Para ello se usarán una o más líneas de retenida, que permitan manejar la carga desde el suelo o desde una plataforma segura, hasta su posicionamiento final. Las personas que manejen las líneas de retenida no se colocarán bajo la carga, en ningún momento.

Cada subcontratista enviará a la Dirección de Construcción la lista de las personas autorizadas para manejar los equipos de elevación y el tipo de equipo para el que está autorizado cada uno de los componentes de la lista. Se especificará la formación y/o experiencia de dichas personas en este trabajo. Del mismo modo, el subcontratista enviará a la Dirección de Construcción, el justificante de la experiencia de la persona responsable de la dirección de maniobras de izado.

Todos los accesorios de elevación deberán disponer de una identificación del fabricante, especificación del material, especificación de la carga máxima de utilización y marca CE. Estas indicaciones irán inscritas en el propio accesorio de elevación o en su defecto, figurarán en una placa firmemente sujeta al mismo.

Todos los equipos y elementos auxiliares de izado se someterán a revisiones periódicas por parte del personal de mantenimiento de cada empresa, manteniéndose un registro por escrito, en el que figurará el resultado de las revisiones y el nombre de la persona que las realizó. Mensualmente se enviará a la Dirección de Construcción un informe de resultados de dichas revisiones.

La autorización de entrada de grúas móviles en obra está sujeta, además de a los trámites que le fueran aplicables como vehículos, a la justificación del cumplimiento de las medidas

contenidas en la ITC MIE-AEM 4. Para ello, junto con la solicitud de entrada, el subcontratista presentará la siguiente documentación:

- Declaración de conformidad con los requisitos de la ITC, sellada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma y Certificado de adecuación del organismo de control correspondiente o en su defecto.
- Nombre de la empresa conservadora que realiza las revisiones de la máquina.
- Resultado y fecha de la última revisión efectuada.
- Tabla de cargas.
- Las grúas móviles provistas de autorización de entrada en obra, quedan sujetas a un régimen de revisiones mensuales, cuyos resultados deberá presentar el subcontratista a la Dirección de Construcción. En estas revisiones se comprobará la realización de los puntos indicados en el apartado 5 de la norma UNE 58-808.

2.5.6 TRABAJOS DE SOLDADURA

Cualquier trabajo de soldadura deberá disponer de un extintor de incendio en su proximidad, a una distancia inferior a 15 metros y situado en la misma central o plano de trabajo.

Las máquinas de soldadura eléctrica se agruparán, evitando la dispersión y proliferación de cables eléctricos. Las máquinas se mantendrán en zona elevada y seca, a resguardo de inundaciones en caso de lluvia. No se permite tapar las máquinas con lonas, plásticos, etc.

Todas las máquinas de soldar deben quedar desconectadas durante las interrupciones del trabajo y al terminar la jornada.

Los cables de alimentación y los cables de pinza y masa se mantendrán en perfecto estado de uso y sin empalmes. Los cables de masa dispondrán de una cierna o grapa en su extremo, que permita fijarlos firmemente al punto de toma de masa. Los cables de masa se conectarán junto al punto de soldeo, no permitiéndose la toma de masa a través de estructuras metálicas, recipientes, equipos, etc.

Tanto las máquinas de soldar como los cables de alimentación y de servicio, se someterán a una revisión minuciosa. Los resultados de esta revisión se registrarán y las máquinas y cables

se marcarán. Se enviará a la Dirección de Construcción informe de resultados de dichas revisiones.

Las botellas de gas se mantendrán en posición vertical, en todo momento, en carros portabotellas o en soportes adecuados. Cuando no estén en servicio, se mantendrá colocada la caperuza protectora de la válvula. Mientras estén en uso, se mantendrá el aro protector o, en su defecto, se protegerán por un tejadillo contra posibles golpes.

Todos los equipos de soldadura oxiacetilénica o de gas dispondrán de dos juegos de válvulas antirretroceso. Un juego se instalará a la salida de las botellas y el otro junto al soplete.

Todas las botellas que estén en uso dispondrán de la correspondiente llave de apertura y cierre, sujeta a la botella y lista para su utilización. El transporte de botellas de gases, tanto horizontal como vertical, se realizará en jaulas adecuadas, incluso si se trata de botellas vacías.

En prevención de que se produzcan incendios, previamente al inicio de cualquier trabajo de soldadura se inspeccionará la zona, con objeto de detectar la presencia de productos susceptibles de arder. Si se encontraran materiales de estas características, se retirarán a lugar seguro o se protegerán con mantas ignífugas.

Cuando se realicen trabajos de soldadura en lugares de paso de otro personal, especialmente si se sueldan chapas de plataformas, barandillas, etc., se colocarán carteles indicando la existencia de superficies calientes, para evitar accidentes por quemaduras.

2.5.7 INSTALACIONES PROVISIONALES

General

Todas las edificaciones que dispongan en la zona de instalaciones provisionales deberán ser de materiales incombustibles, no putrescibles y de fácil limpieza.

Todos los locales estarán provistos de iluminación de señalización, que identifique claramente las salidas y vías de escape.

El contratista principal, deberá disponer de los medios e instalaciones de higiene y bienestar necesarias para garantizar las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo que se establecen en El R.D. 486/1997 y que se describen en el presente Plan de Seguridad y Salud, además de facilitárselas a su vez, salvo que se indique lo contrario, a cada subcontratista.

Organización del mantenimiento de orden y limpieza de las dependencias:

El R.D. 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, en su Anexo II regula la obligatoriedad de mantener los locales de trabajo limpios y ordenados.

En las instalaciones se definirán dos zonas bien diferenciadas:

1. zona de Acopio de materiales.- dicha zona está destinada al almacenamiento y acopio de materiales de obra, bobinas de cable (las cuales deberán estar calzadas y no situarse en zonas de pendiente), maderas de encofrado, cableado, estructuras, paneles y otros materiales de construcción) junto a esta zona de acopio podrán situarse los contenedores de Herramientas y pequeña maquinaria.
2. Punto Limpio.- se definirá una zona de almacenamiento de Residuos (ZAR) Generados en Obra o punto limpio, que deberá constar de:
   - Contenedores para Restos de cables.
   - Contenedores para restos de maderas de encofrado o bien zona de acopio de residuos o restos de maderas de encofrar.
   - Contenedor para plásticos.
   - Contenedor para cartones o zona de acopio de residuos o restos de cartones.
   - Contenedor o bidón para spray de marcaje y engrasado.
   - Contenedor de hierros y aceros.
   - Cajón para restos de cobre.
   - Se determinará zona específica para realizar lavado de canaletas de hormigón.
   - Contenedor para restos de obra.
   - Pequeño contenedor para pilas (este contenedor podrá situarse en la caseta de obra para mejor control del mismo).
   - Contenedor para restos orgánicos.

Aseos y Vestuarios

El contratista principal, además de disponer de aseos y vestuarios para su personal, facilitará a cada subcontratista este tipo de instalaciones, en la zona adjudicada para instalaciones provisionales, previa solicitud por escrito.

Los vestuarios dispondrán de una superficie no inferior a dos metros cuadrados por trabajador y altura de techo, no inferior a 2.30 m. Dispondrán de taquillas metálicas, de uso individual y provistas de cerradura.

Los aseos dispondrán al menos de lavabos o piletas, retretes, urinarios y duchas.

Los lavabos estarán provistos de agua fría y caliente, jabón y toallas individuales o secamanos, con un lavabo por cada diez trabajadores y al menos un espejo por cada 25 trabajadores. No se admitirá la instalación de piletas a la intemperie.

Los aseos dispondrán de retretes con descarga automática, en proporción de uno por cada 25 trabajadores. Irán instalados en cabinas con dimensiones no inferiores a 1 m x 1,20 m de planta y 2,30 m de altura. Las cabinas dispondrán de puerta con cierre, ventilación, iluminación artificial, percha y papel higiénico. Los retretes serán de tipo químico.

Las duchas se alojarán en cabinas, de dimensiones no inferiores a las indicadas para los retretes, que dispondrán de puerta con cierre, ventilación, iluminación artificial y percha e irán provistas de agua fría y caliente. Las duchas se instalarán en una proporción de una ducha por cada diez trabajadores.

Para garantizar el suministro de agua en los aseos, se instalará un depósito de reserva, con capacidad no inferior a 72 horas de uso normal de la instalación, debiéndose prever el abastecimiento de este depósito por medio de cisternas, en caso de que no se disponga de suministro de agua en la zona de implantación.

Instalación eléctrica

La manipulación, modificación y conservación de toda instalación eléctrica provisional estará a cargo de un electricista experimentado.

A su llegada a obra, cada subcontratista comunicará a la Dirección de Construcción sus necesidades de suministro para la zona de implantación. Para ello, entregará un estudio de necesidades que incluya:

- Justificación de cargas.
- Número de puntos de suministro previstos.
- Justificación del cumplimiento de las normas contenidas en este documento.
- Diagrama unifilar, tipos y secciones de los cables.
- Esquema de los cuadros generales y sectoriales, protecciones y características.
- Procedimiento de inmovilización/señalización previsto, para los trabajos de intervención y mantenimiento.
- Plan de revisiones periódicas y mantenimiento.
- Nombre del electricista de servicio designado por la empresa.

Una vez autorizada la instalación, se procederá a ejecutar la misma, por parte de un instalador autorizado y de acuerdo con las normas contenidas en este documento y demás normas aplicables. Concluida la instalación, el subcontratista lo notificará a la Dirección de Construcción y entregará el boletín de instalación expedido por el instalador autorizado.

La Dirección de Construcción determinará una inspección y las pruebas que estime oportunas, antes de autorizar la puesta en servicio.

No se permitirá la conexión de cuadros y/o equipos de un subcontratista en las instalaciones de otro. Esta norma es también de aplicación a otros servicios, como agua, desagües, etc.

Toda la instalación y equipo eléctrico provisional será apta para intemperie y uso severo, incluso la utilizada en el interior de los edificios.

Los alimentadores se tenderán enterrados a una profundidad no inferior a 40 cm., rodeados de un lecho de arena y provistos de una capa continua de rasilla, situada a 10 cm. sobre el

cable, que lo proteja de golpes accidentales de pico. La zanja seguirá un trazado con direcciones ortogonales a los ejes de las calles próximas y se señalizará en el exterior.

Cada subcontratista será responsable de levantar un croquis acotado de la situación de sus cables, del cual entregará copia a la Dirección de Construcción. Los alimentadores que no pudieran ir enterrados, por discurrir por zonas pavimentadas u otras razones similares, serán de cable armado y se protegerán con medias cañas de tubo de acero.

Los cuadros estarán instalados en armarios de chapa metálica o de plástico reforzado. Dispondrán de puerta con cerradura o candado y el interruptor general de corte podrá ser accionado desde el exterior.

Los armarios irán identificados con el nombre de la empresa, un número de referencia y la señal normalizada de peligro eléctrico; permanecerán cerrados con llave y solamente tendrá acceso a ellos el electricista de servicio de la empresa a que pertenezcan.

Todos los cuadros de distribución dispondrán de una regleta que permita conectar a tierra cada uno de los circuitos repartidos. Las carcasas y partes metálicas de los receptores, así como la masa metálica de los cuadros se conectarán a tierra. No se permitirá la conexión a neutro de dichos elementos.

Los cuadros, máquinas, equipos, herramientas y aparatos de alumbrado, tendrán un grado de protección IP 557 o superior.

Las herramientas eléctricas portátiles serán de clase II y los cables de alimentación dispondrán de doble envoltura aislante.

Todos los cables eléctricos utilizados en obra serán de una tensión nominal no inferior a 1.000V.

Las tomas de corriente que se utilicen tendrán un grado de protección mínimo IP447 y serán como mínimo, para una intensidad de 16A a 220V y para 32A a 380V. Todas las tomas tendrán toma de tierra.

Todas las instalaciones, cuadros, máquinas, equipos y herramientas eléctricas serán inspeccionados regularmente, por una persona cualificada, quien llevará un registro de dichas revisiones. El subcontratista enviará a la Dirección de Construcción un informe mensual de las revisiones efectuadas y los resultados obtenidos.

Será obligatorio el uso de casco homologado de seguridad dieléctrica y guantes aislantes. Comprobador de tensión, herramientas manuales con aislamiento. Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas. Taimas, alfombrillas y pértigas aislantes.

2.5.8 INTERFERENCIAS

Cualquier interferencia que se produzca entre dos contratistas de la obra o con contratistas ajenos al proyecto, deberá ser puesta inmediatamente en conocimiento de la Dirección de Construcción, para poder proceder a su resolución.

Los contratistas colaborarán entre sí y con la Dirección de Construcción para evitar o minimizar las interferencias entre trabajos de distintas empresas y/o especialidades.

Todo subcontratista evitará que los trabajos realizados por su personal supongan riesgos para el personal de otras empresas o para personal propio de la empresa. Si se produjeran dichos riesgos, el subcontratista lo notificará al contratista principal para que éste adopte las medidas de protección necesarias, para garantizar la seguridad de las personas antedichas.

2.5.9 PRENDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Cada empresa subcontratista está obligada a proporcionar a sus trabajadores las prendas de protección personal necesarias para su trabajo y a renovarlas/sustituirlas, siempre que las condiciones de deterioro lo hagan necesario. En caso de incumplimiento de esta norma, la Dirección de Construcción podría suministrar directamente dichas prendas a los trabajadores del subcontratista, cargando a éste el coste de las mismas.

El subcontratista mantendrá siempre, en su almacén, un stock mínimo de prendas de protección personal, que garantice la sustitución de los equipos que se vayan gastando, sin que se produzca desabastecimiento.

Los Equipos de Protección Individual cumplirán con lo dispuesto en el R.D. 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.

Cada subcontratista dispone en los anexos de este Plan de Seguridad y Salud de un procedimiento o formato de entrega de Equipos de Protección Individual a sus trabajadores, en el que figuran:

- Datos de filiación de trabajador.
- Equipo que se le entrega.
- Fecha de entrega
- Firma del empleado que lo recibe.

El subcontratista instruirá a su personal en el manejo, utilización y conservación de las prendas de protección personal que le entregue y se cerciorará de que el personal ha comprendido dichas instrucciones.

Las prendas de protección personal, en general, deben cumplir los siguientes requisitos:

- Ser homologadas y disponer del sello CE.
- Ser adecuadas para el tipo de trabajo a realizar.
- No entorpecer el trabajo, ni los movimientos.
- No añadir, por sí mismas, un nuevo riesgo para el trabajador.
- Ser confortables.
- Ser de fácil mantenimiento o desechables.

Además de lo anterior, a continuación, se especifican algunas condiciones, no limitativas, que deben cumplir algunas de las prendas de protección a utilizar.

Casco de seguridad

Todos los cascos utilizados por el personal de una misma empresa serán del mismo color. A su llegada a obra, cada subcontratista consultará a la Dirección de Construcción cuales son los colores libres, con objeto de evitar duplicidad.

Los cascos llevarán el nombre o anagrama de la empresa subcontratista.

Todos los cascos irán provistos de barbuquejo, que permita al personal afianzárselo en caso de viento o de trabajo en posiciones difíciles.

No se permite la utilización de cascos metálicos por parte de los operarios de empresas de montaje eléctrico o de instrumentación, ni por los electricistas u operarios de mantenimiento, de las demás empresas.

Calzado de seguridad

El calzado a utilizar puede ser de tipo zapato o bota e irá provisto de puntera de acero y suela antideslizante y antiestática, correspondiendo al menos a categoría SI de la norma UNE-EN 345. En el caso de operarios de obra civil, se exigirá que el calzado esté también provisto de plantilla antiperforable y corresponda al menos a categoría S3 de la norma indicada.

Las botas de agua tienen la consideración de calzado de seguridad y deberán cumplir las mismas condiciones que se exigen a éste, correspondiendo a las categorías S4 de la norma, para uso general y S5 para operarios de obra civil.

Arnés de seguridad

Corresponde al cinturón de seguridad Clase C, de la norma MT. No se permitirá la utilización de cinturones de sujeción como medio de prevención de caídas.

Los arneses de seguridad serán inspeccionados, emitiendo cada subcontratista un informe que refleje los resultados de dicha inspección.

Gafas contra impacto

Las gafas de protección contra impacto, a utilizar por los trabajadores, serán aptas para resistir impactos de partículas a gran velocidad, tal como se define en la Norma UNE EN 166:1995. Los oculares de estas gafas llevarán la marca F u otra superior. Las gafas a utilizar por los visitantes dispondrán al menos de resistencia mecánica incrementada y sus oculares irán identificados con la marca S.

2.5.10 MEDIO AMBIENTE

Los residuos generados en la obra se clasificarán, en función de su tipo y peligrosidad, gestionándose cada tipo de residuos, de acuerdo con las normas que les sean de aplicación.

La Dirección de Construcción dispondrá contenedores para retirada de obra del material de desecho, que no sea clasificable como residuo tóxico o peligroso y que no esté sujeto a un tipo especial de gestión. El coste del alquiler y retirada de dichos contenedores será repartido entre los contratistas presentes en obra, proporcionalmente al personal presente de cada empresa.

Cada subcontratista dispondrá de contenedores metálicos cerrados, para recoger la basura de tipo orgánico. Estos contenedores serán de color verde, se vaciarán diariamente y su contenido entregado al servicio municipal de recogida de R.S.U.

La eliminación de los envases, embalajes y restos de embalajes se realizará por medio de un gestor autorizado. Cada subcontratista justificará a la Dirección de Construcción que ha establecido los acuerdos necesarios, con uno de dichos gestores, para este servicio. La gestión de este tipo de residuos podrá realizarse de una manera mancomunada, a través de la Comisión de Seguridad e Higiene de la obra, si así se acuerda en el seno de dicha comisión.

Todos los contenedores de tipo abierto se cubrirán con redes o lonas, antes de ser retirados de obra para su vaciado. También se cubrirá la caja de los camiones que deban transportar materiales sueltos.

Las aguas procedentes de los aseos se recogerán en fosas sépticas, que se dimensionarán de acuerdo con el número máximo de trabajadores empleados por cada subcontratista. La salida de la fosa se conectará a un pozo absorbente o a un depósito de recogida que se vacíe periódicamente.

La Dirección de Construcción podrá pedir la paralización, a cargo del subcontratista, de cualquier operación que genere un impacto medioambiental evidente o comprobado, estando el subcontratista en la obligación de poner los medios oportunos para continuar el trabajo por un procedimiento que evite dicho impacto, así como reparar el daño causado.

La Dirección de Construcción podrá, en caso de incumplimiento de la normativa medioambiental, imponer sanciones económicas a los contratistas.

2.5.11 FORMACIÓN

Cada subcontratista es responsable de la información a sus trabajadores acerca de los riesgos que puedan encontrar en el desempeño de su trabajo, así como de la formación de los mismos en el uso de las técnicas disponibles para eliminar o minimizar dichos riesgos. A tal efecto, el subcontratista se encargará de hacer llegar este Plan de Seguridad y Salud a todos sus trabajadores.

En particular, el subcontratista informará a sus trabajadores de las medidas y normas contenidas en este Plan de Seguridad. Además, cada trabajador deberá firmar un recibí, anexado en este Plan, de la recepción y comprensión del Plan de Seguridad.

De todas las acciones informativas y formativas realizadas, cada subcontratista mantendrá un registro de asistentes y la documentación justificativa con sus recibís correspondientes firmados.

2.5.12 ORGANIZACIÓN

Cada subcontratista nombrará un responsable de seguridad, con funciones de supervisar la puesta en práctica del Plan de Seguridad de la empresa contratista y de las demás normas de aplicación.
Los responsables de seguridad serán con dedicación exclusiva en los siguientes casos:

- Contratistas con tres o más subcontratistas de actividades diferentes o con dos o más subcontratistas de la misma actividad.
- Cualquier subcontratista que rebase un número de 50 trabajadores, desde el momento en que esto se produzca o sea previsible cuando el Pliego de Condiciones Particulares así lo determine.

En el resto de los casos, los técnicos de seguridad podrán simultanear sus funciones con las de Jefe de Obra, Encargado General o Jefe de Equipo, siempre que éstas no supongan menoscabo de las anteriores.

Los técnicos de seguridad de las empresas con más de 15 operarios serán técnicos titulados.

2.5.13 CONTROL DE PERSONAL, EQUIPOS DE TRABAJO, MATERIALES, PRODUCTOS Y SERVICIOS

Cada subcontratista llevará un control de las personas a su cargo o bajo su responsabilidad, así como de las empresas subcontratistas/trabajadores autónomos contratados; información que periódicamente pondrá a disposición de la Dirección de Proyecto a través del Director Facultativo/Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Además de la documentación obligatoria que cada empresa debe presentar en relación a sus trabajadores, los trabajadores de nacionalidad extranjera, comunitaria o no, cumplirán con lo dispuesto en el R.D. 155/96 sobre solicitud de permiso de trabajo y residencia, autorización para trabajar o modificación de permiso, debiendo presentar para su ingreso, copia de los modelos o documentos justificativos que dicho operario dispone de un permiso de trabajo en España.

Cada subcontratista numerará y pondrá el nombre de su empresa en todos los equipos de trabajo y auxiliares. Cumplirán los requisitos técnicos marcados por su legislación

correspondiente, y muy especialmente por las normas descritas en el R.D. 1.215/1.997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Asimismo, las empresas propietarias cumplirán las normas de entrada y salida de materiales, registrándose éstos a su entrada en obra y solicitando la autorización de salida de material, cuando haya que retirarlas de la misma.

2.5.14 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Director Facultativo, el Coordinador de Seguridad y Salud en obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa, cuando observen una situación de grave riesgo para el personal o para la propiedad, podrán ordenar la inmediata detención de los trabajos afectados.

Las detenciones ordenadas en estas circunstancias no darán lugar a compensación económica al subcontratista o contratistas afectados.

Si la situación de riesgo viniera determinada por el incumplimiento de las medidas de seguridad, por parte de alguna empresa subcontratista, además de notificar a la empresa responsable, se realizará la correspondiente anotación en el Libro de Incidencias y se informará a la Inspección de Trabajo, según se indica en el Art. 14 del R.D. 1627/1997.

2.5.15 SANCIONES

El incumplimiento de las medidas y normas de seguridad dará lugar a la aplicación de sanciones. La Dirección de Construcción podrá aplicar sanciones económicas, en caso de incumplimiento de la normativa e instrucciones de seguridad, así como de las obligaciones contenidas en este documento.

3 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

PROTECCIÓN INDIVIDUAL			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/UND	PRECIO/TOTAL
Ropa de Trabajo	40	45,00 €	1.800,00 €
Gafas de seguridad	40	12,35 €	494,00 €
Protección auditiva	40	12,10 €	484,00 €
Guantes para riesgo mecánico	120	3,00 €	360,00 €
Guantes para riesgo eléctrico	40	6,00 €	240,00 €
Calzado de seguridad	40	18,55 €	742,00 €
Chaleco Reflectante	80	4,00 €	320,00 €
Arnés anticaída	35	40,00 €	1.400,00 €
Casco	40	7,50 €	300,00 €
Mascarillas (protección vías respiratorias)	120	15,00 €	1.800,00 €
TOTAL			**7.940,00 €**

PROTECCIÓN COLECTIVA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/UND	PRECIO/TOTAL
Cinta de balizar	2000	2,23 €	4.460,00 €
Escalera	6	31,25 €	187,50 €
Andamios	10	110,25 €	1.102,50 €
Pantallas, mamparas	8	70,00 €	560,00 €
Revisión de extintores	10	95,00 €	950,00 €
Señalización	20	4,60 €	92,00 €
TOTAL			**7.352,00 €**

VIGILANCIA DE LA SALUD			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/UND	PRECIO/TOTAL
Vigilancia de la Salud	40	25,00 €	1.000,00 €
TOTAL			**1.000,00 €**

FORMACIÓN TRABAJADORES			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO/UND	PRECIO/TOTAL
Formación a trabajadores	1	3.500 €	3.500,00 €
TOTAL			**3.500,00 €**

PRESUPUESTO TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	
TOTAL	**19.792 €**

El presupuesto total en materia de seguridad y salud de la obra asciende a 19.792 €, **DIECINUEVE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS** (IVA no incluido).

4 CONCLUSIONES

Tras la realización de este documento, se constata que un plan completo de una instalación de este tipo es realmente complejo, ya que se llevan a cabo muchas actividades muy diferentes con riesgos propios cada una.

Aunque los riesgos en teoría solo afectan al personal que realiza una actividad en concreto, es posible que de forma indirecta puedan verse afectadas otras personas y al tratarse de obras tan grandes, donde a la vez hay grupos diferentes de gente trabajando al mismo tiempo.

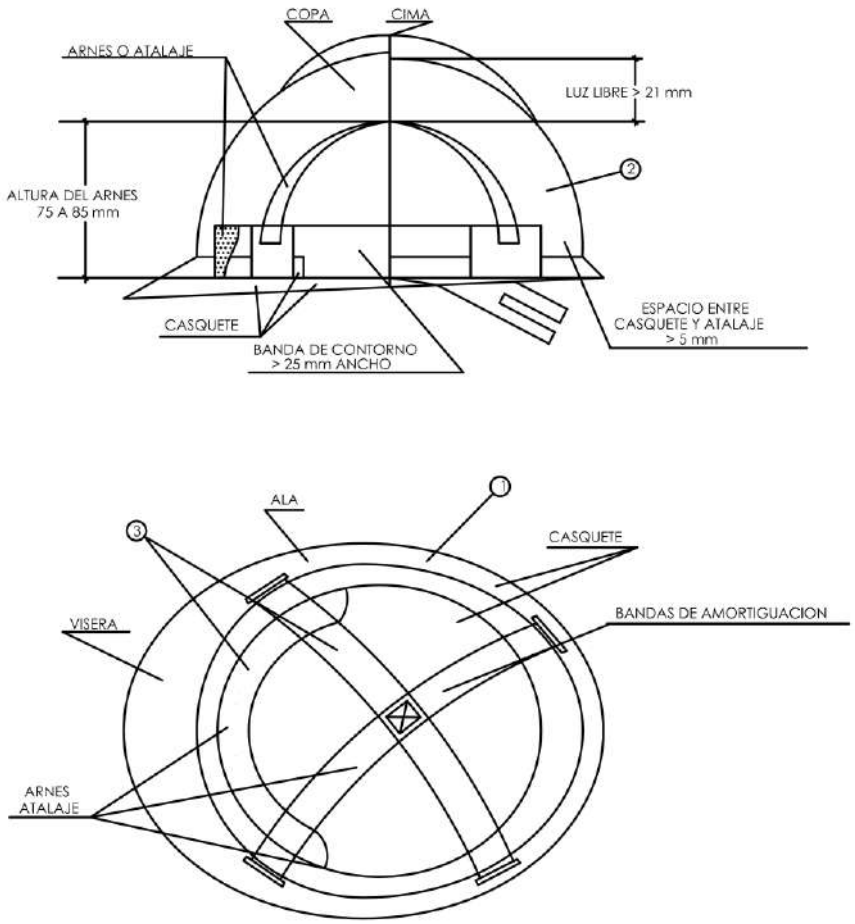
En este caso en concreto se da en la figura del jefe de obra, donde al ser un supervisor, debe estar en todos los lugares donde hay actividad, por lo que en principio se le deberían incluir todos los riesgos posibles. No obstante, al ser un mero supervisor, la probabilidad y severidad es muy pequeño, pues solo supervisa.

Por lo anteriormente expuesto, no se ha realizado una evaluación en concreto de esta figura, ya que sería complicadísimo evaluarla. Simplemente comentamos que se ve afectado por todos los riesgos, pero valoración muy baja.

Este mismo ejemplo puede pasar con otras figuras que se vean afectadas por riesgos que no se les debería ser asignado por la actividad, pero que por la proximidad de otras actividades si puede afectarles.

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Antonio Moreno Sánchez
Colegiado 1.327 COGITI CREAL

5 PLANOS



1. MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
2. CLASE N AISLANTE A 1000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V
3. MATERIAL NO RIGIDO HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION

0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

Título de Plano

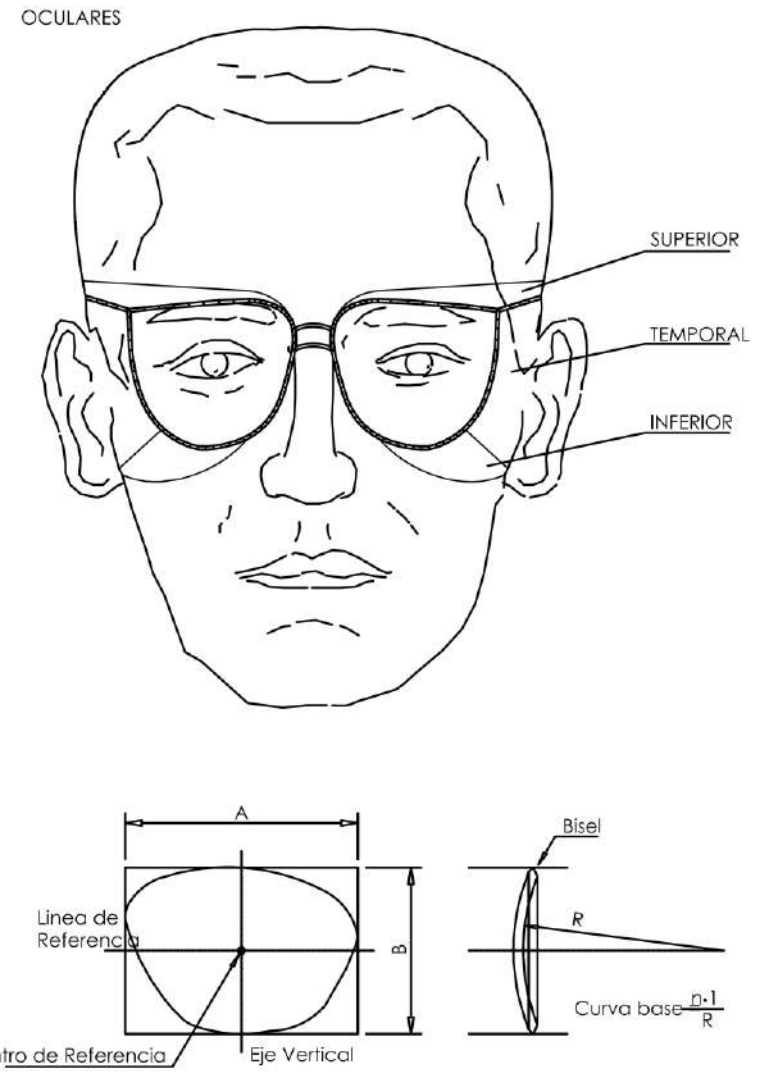
Protección Individual:
Casco de Seguridad

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-001**

Hoja: 1 de 1

PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD II)



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

Título de Plano

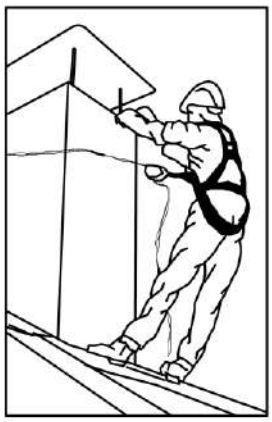
Protección Individual: Casco de Seguridad

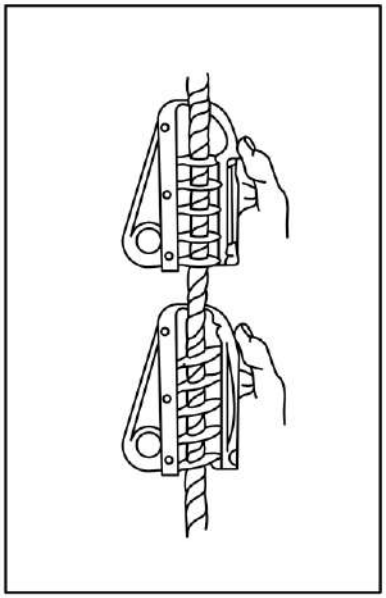
	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

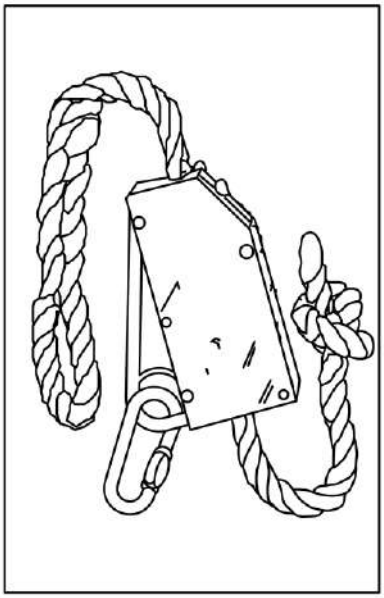
Plano Nº: **S-002**

Hoja: 1 de 1

ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro de anclaje móvil)







0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

Título de Plano

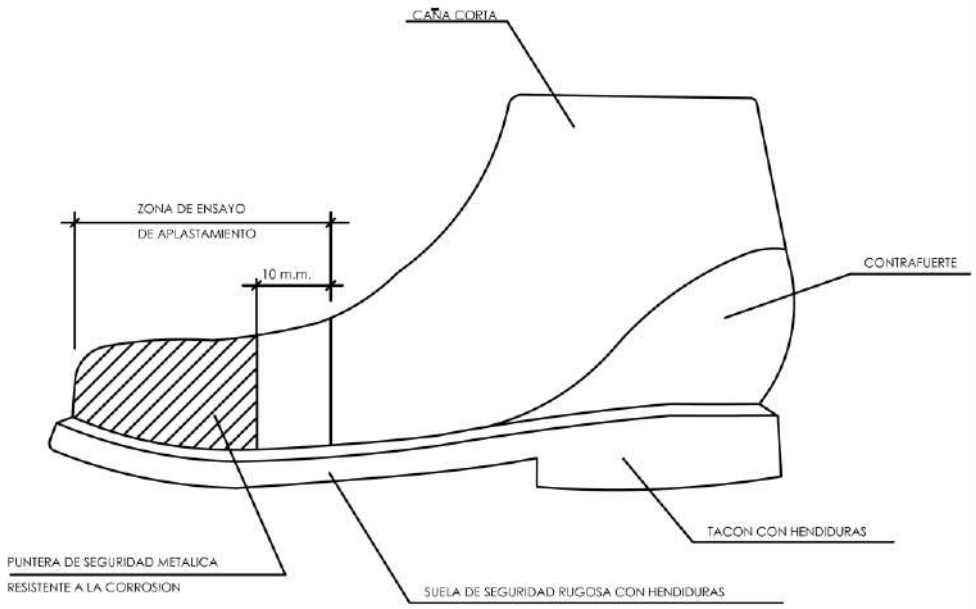
Protección Individual:
Arnés de Seguridad

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-003**

Hoja: 1 de 1

BOTA DE SEGURIDAD



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

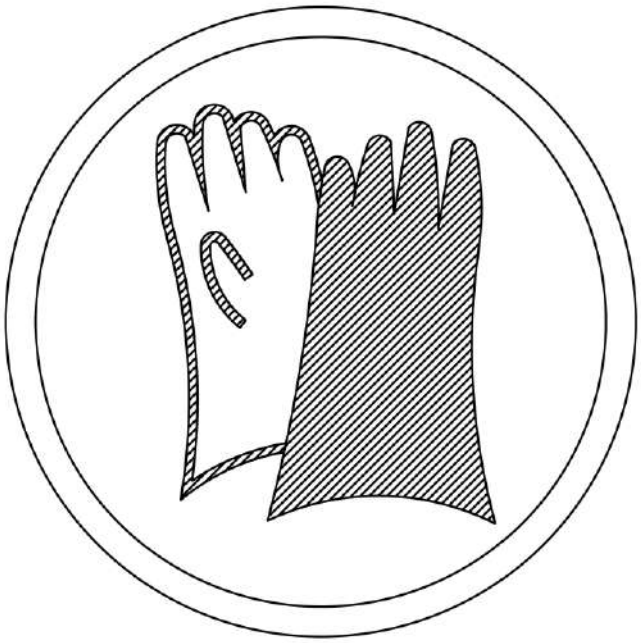
Título de Plano

Protección Individual:
Botas de Seguridad

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-004**

Hoja: 1 de 1



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

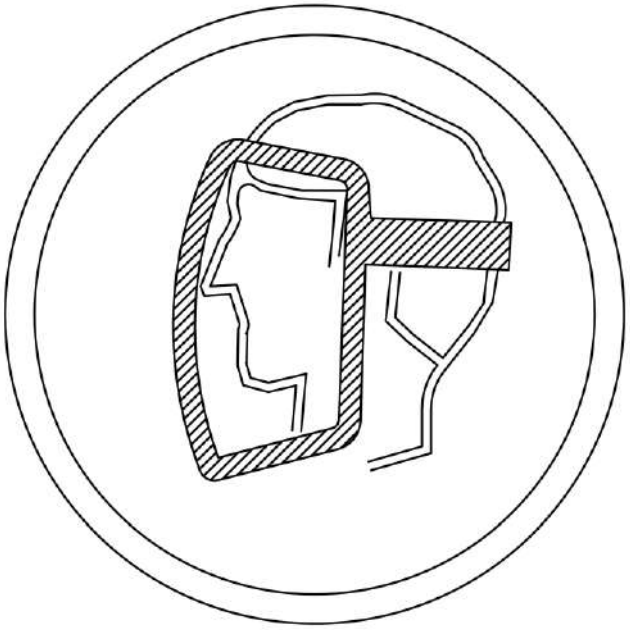
Título de Plano

Protección Individual:
Guantes de Seguridad

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-005**

Hoja: 1 de 1



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

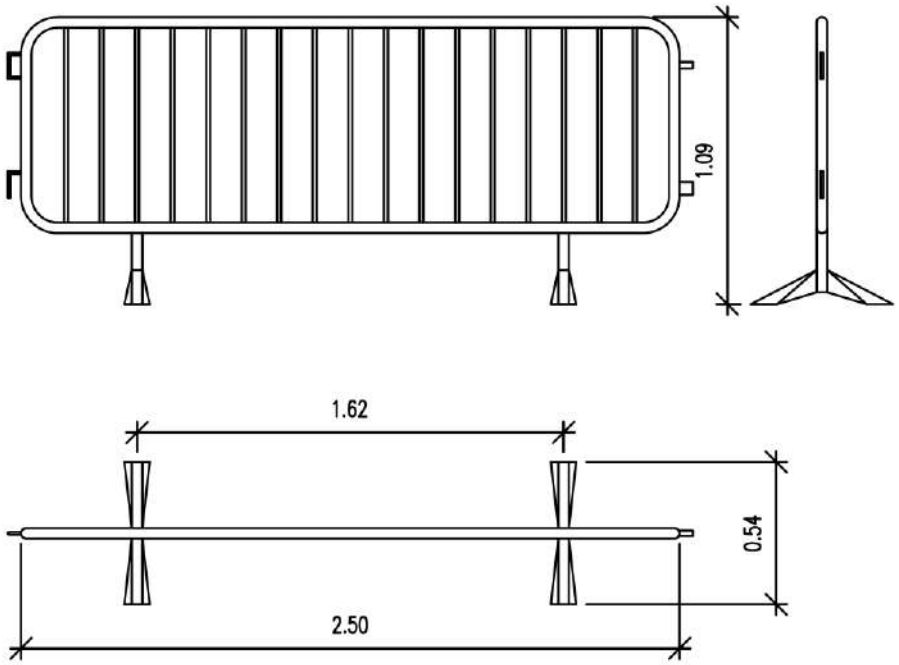
Título de Plano

Protección Colectiva:
Protector de pantalla

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-006**

Hoja: 1 de 1



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

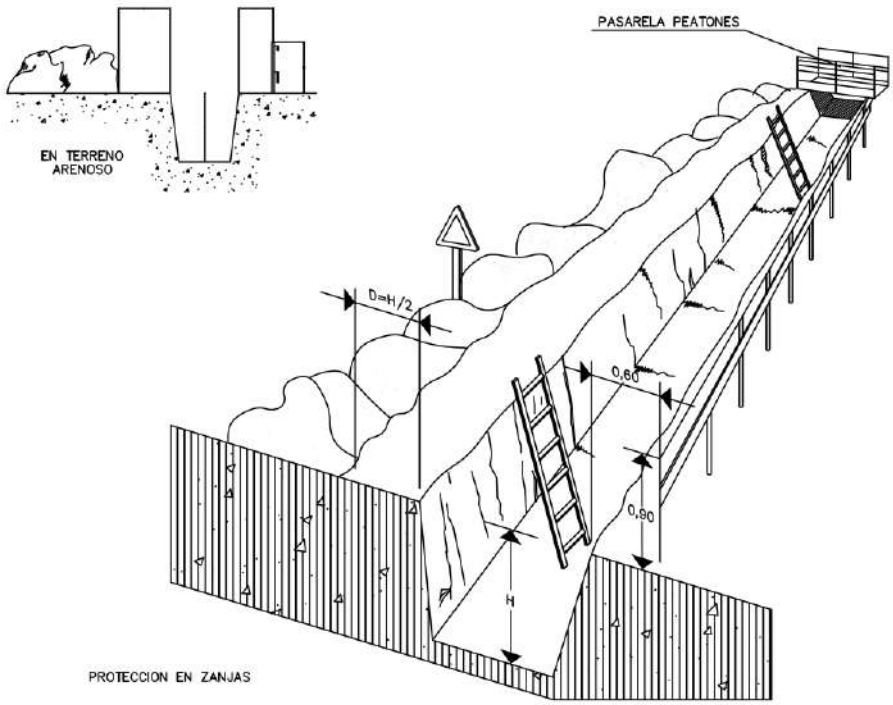
Título de Plano

Protección Colectiva:
Vallas de Seguridad

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-007**

Hoja: 1 de 1



0	Lanzamiento	29/08/18	P.J.M.P.
Revisión	Descripción	Fecha	Realizada

Título de Proyecto

Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica

Escala: S/E

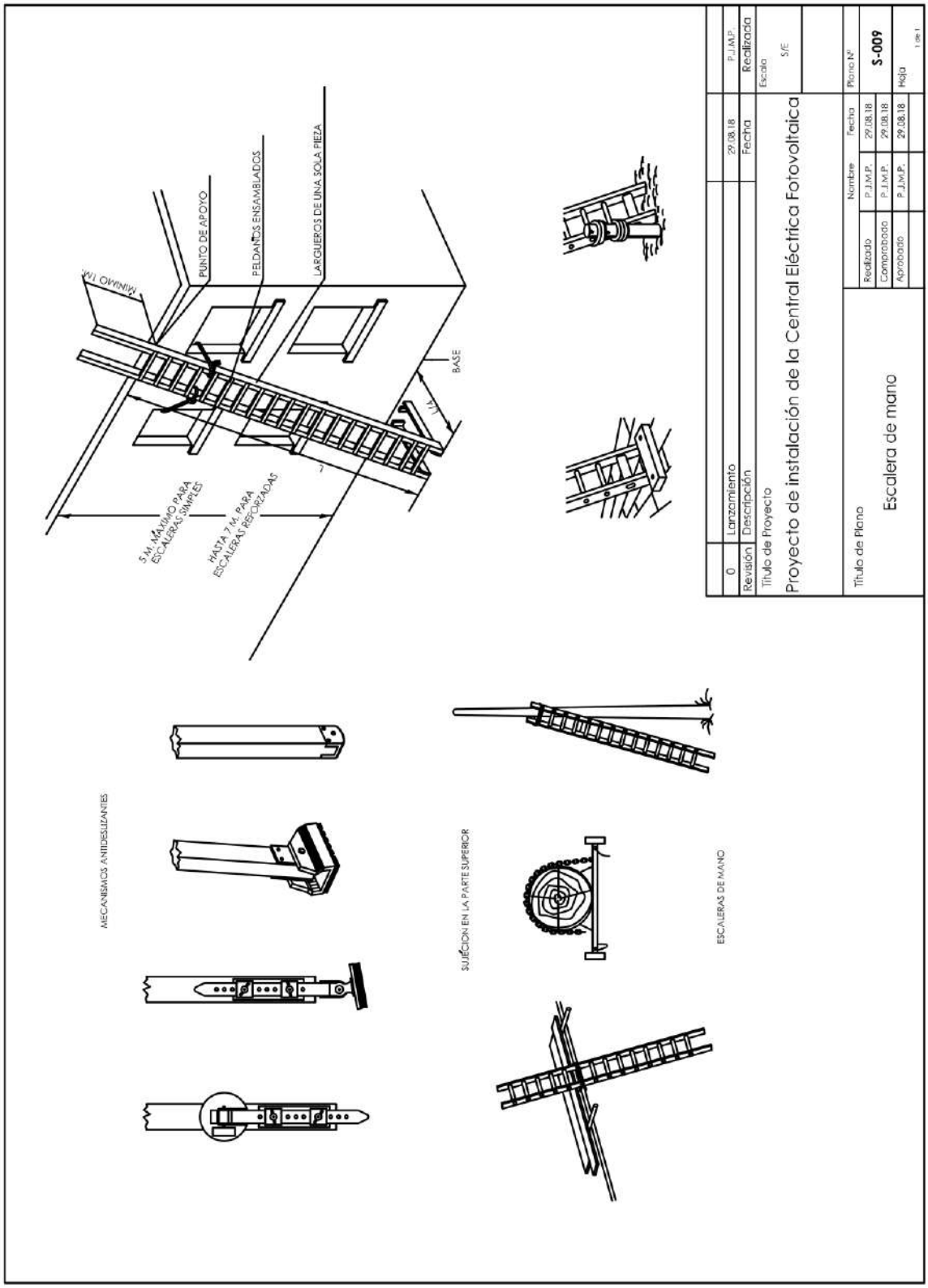
Título de Plano

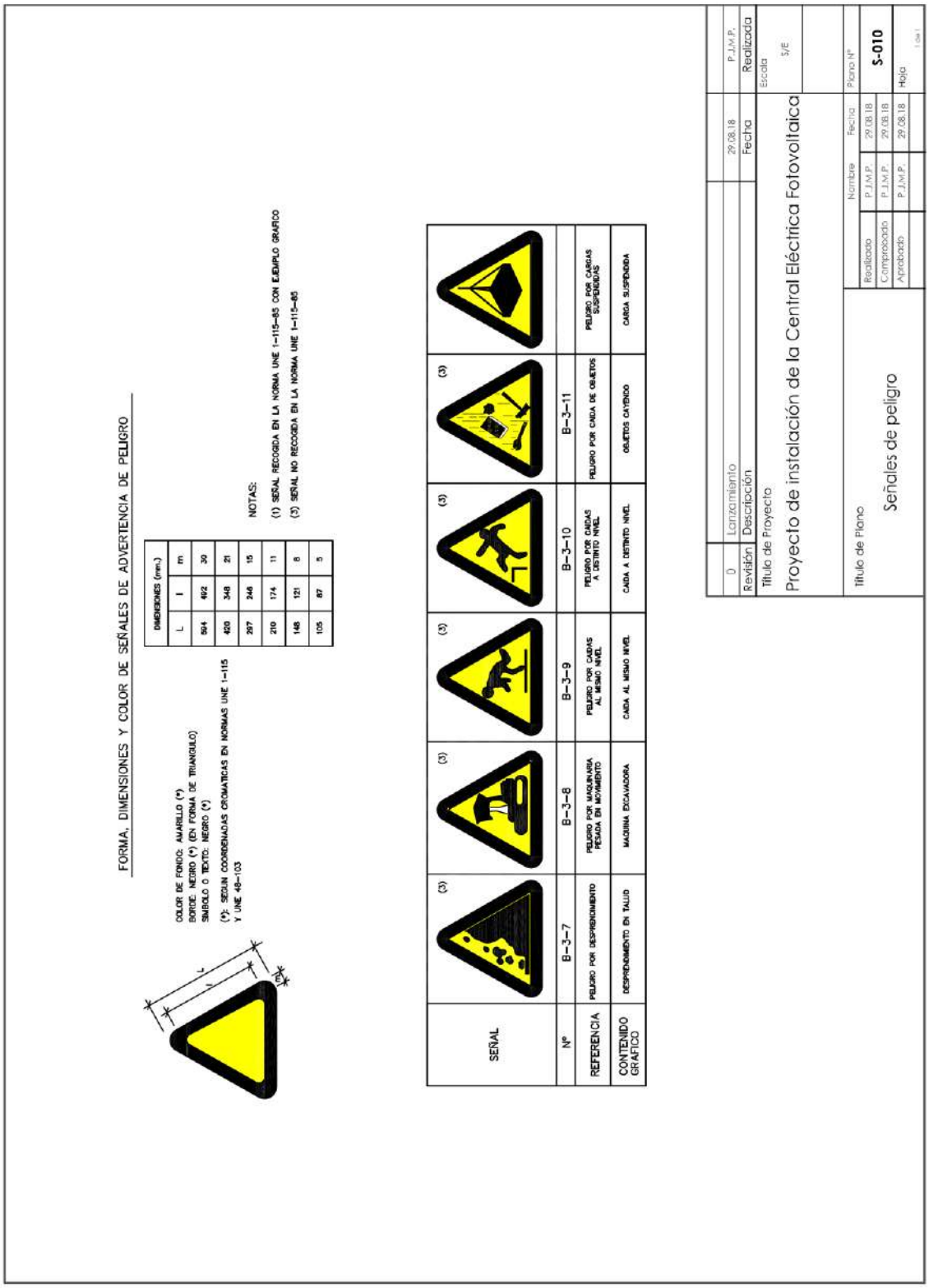
Protección Zanjas

	Nombre	Fecha
Realizado	P.J.M.P.	29/08/18
Comprobado	P.J.M.P.	29/08/18
Aprobado	P.J.M.P.	29/08/18

Plano Nº: **S-008**

Hoja: 1 de 1


MINIMO 1 M.
PUNTO DE APOYO
PELDAÑOS ENSAMBLADOS
LARGUEROS DE UNA SOLA PIEZA
BASE
1/4
L
5 M. MÁXIMO PARA ESCALERAS SIMPLES
HASTA 7 M. PARA ESCALERAS REFORZADAS
MECANISMOS ANTIDESLIZANTES
SUJECIÓN EN LA PARTE SUPERIOR
ESCALERAS DE MANO
0
Lanzamiento
P.J.M.P.
Revisión
Descripción
Fecha
Realizada
Título de Proyecto
Escala
S/E
Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica
Título de Plano
Escalera de mano
Nombre
Fecha
Realizado
P.J.M.P.
29.08.18
Comprobado
P.J.M.P.
29.08.18
Aprobado
P.J.M.P.
29.08.18
Plano Nº
S-009
Hoja
1 de 1


FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO
COLOR DE FONDO: AMARILLO (*)
BORDE: NEGRO (*) (EN FORMA DE TRIANGULO)
SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)
(*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103
DIMENSIONES (mm.)
L 1 m
564 402 30
420 348 21
297 246 15
210 174 11
148 121 8
105 87 5
NOTAS:
(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85
SEÑAL
Nº
REFERENCIA
CONTENIDO GRAFICO
B-3-7
PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO
DESPRENDIMIENTO EN TALUD
B-3-8
PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO
MAQUINA EXCAVADORA
B-3-9
PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL
CAIDA AL MISMO NIVEL
B-3-10
PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL
CAIDA A DISTINTO NIVEL
B-3-11
PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS
OBJETOS CAYENDO
PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CARGA SUSPENDIDA
0 Lanzamiento 29.08.18 P.J.M.P.
Revisión Descripción Fecha Realizada
Título de Proyecto
Proyecto de instalación de la Central Eléctrica Fotovoltaica
Escala S/E
Título de Plano
Señales de peligro
Nombre Fecha Plano Nº
Realizado P.J.M.P. 29.08.18 S-010
Comprobado P.J.M.P. 29.08.18
Aprobado P.J.M.P. 29.08.18 Hoja

6 ANEXOS

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: Rev.:	
Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
01	Caídas de personas a distinto nivel.	Ascenso o descenso a la retroexcavadora	X				X		Bajo	4	Excavaciones Movimientos de tierra
02	Caída de personas al mismo nivel	Desorden y falta de limpieza. Irregularidades del terreno	X				X		Bajo	4	Transito por la obra

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS			
01	El conductor de la máquina retroexcavadora utilizará el acceso a la cabina previsto, no haciendo uso de otros medios para llegar al puesto de conducción. Este acceso se mantendrá libre de aceites, grasa, barro o cualquier sustancia que pueda ocasionar un resbalón. Se utilizará calzado antideslizante atendiendo al buen estado de la suela. El conductor comprobará la ubicación de posibles obstáculos en el suelo, que pudieran provocar tropiezos, torceduras o contusiones, a la hora de descender de la máquina. El ascenso o descenso de la cabina se realizará de cara a esta, con las manos libres, empleando las dos manos para sujetarse. Nunca se saltará o bajará de una máquina en marcha, salvo casos de extrema urgencia. Está totalmente prohibido subir personas al "cazo" o "cuchara" de la maquina.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
02	Se salvarán, en lo posible, las irregularidades del terreno o del suelo, y se facilitará el paso de unas zonas o otras, dentro del mismo nivel. Debe evitarse que los carburantes, grasas y otros líquidos que se derramen, y cuando esto ocurra, los charcos se limpiarán o cubrirán con arena. Se debe prestar una especial atención al estado del terreno, a la hora de realizar el ascenso o descenso de la maquina, para evitar tropiezos, torceduras o golpes provocado por piedras, restos de material o cualquier posible obstáculo, situados al nivel del suelo.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	

EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA

Fecha:
Rev.:

Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
14	Sobreesfuerzos	Manipulación de cargas Vibraciones de la maquinaria		X			X		Medio	3	Tiempo de exposición a vibraciones.
03	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	Tierras, escombros	X					X	Medio	3	Movimiento de tierras, Derrumbamientos
12	Atrapamiento por o entre objetos	Partes móviles de la máquina	X				X		Medio	3	Operaciones de manutención

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS			
14	El conductor de la retroexcavadora se ayudará de elementos auxiliares adecuados para el movimiento de materiales pesados y voluminosos en caso de ser necesario, estos elementos se conservarán y mantendrán en buen estado, reparando o desechando los defectuosos. Para vibraciones por conducción dotar de cinturón abdominal. Comprobar el estado del asiento de la máquina, cerciorándose de la buena atenuación de las vibraciones a través de dicho asiento. Establecer pausas y descansos, para limitar la exposición a las vibraciones.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
03	No derribar elementos que sean mas altos que la máquina con la cuchara extendida. Las cotas de trabajo han de regularse de modo que la retroexcavadora llegue siempre hasta la cumbre de la pared a excavar; en caso contrario, habría que adoptar sistemas de escalones. En le borde superior hay que prever la consolidación del terreno y no sobrecargar nunca esta zona ni dejar viseras. Se tendrá en cuenta que los terrenos, cuyo origen es el rellenado por excavaciones anteriores, son especialmente peligrosos. De cargar piedras de gran tamaño, se hará una cámara de arena sobre el elemento de carga para evitar rebotes. Ni se debe circular con la retroexcavadora a menos de 2 metros del borde de las excavación o zanjas para no sobrecargar el terreno, o construir barreras para aguantar el acopio de tierras. No se acumulará terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde del vaciado. No situar la cuchara por encima de la cabina del camión a la hora de cargarlo.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
12	Todos los órganos mecánicos móviles de la retroexcavadora contarán con sus respectivas protecciones. El conductor utilizará ropa ceñida y no hará uso de pulsera, colgantes, anillos, etc. que favorezcan el atrapamiento al reparar o mantenimiento peligroso de piezas en movimiento, cables, correas en zona de contacto de las poleas. Al engrasar los puntos de engranaje, y el reglaje, nunca con la máquina en funcionamiento. Realizar revisiones periódicas, especialmente accionamientos neumáticos, registrándolo en un documento de registro de mantenimiento.			

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS		
12	Las partes giratorias como rodillos, ejes, cadenas, etc.. deben estar protegidos con una carcasa o protección, y advertir el peligro con balizamientos de color negro y amarrillo o protecciones laterales. Dichas protecciones no podrán ser anuladas. Permanecer separado de todas las partes giratorias o móviles que no se encuentren protegidas. Antes de cada intervención en el circuito hidráulico hay que accionar todos los mandos auxiliares en ambas direcciones con la llave en posición de contacto para eliminar presiones dinámicas. Se prohíbe arrancar el motor de una máquina sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación del "cazo" o "cuchara" de la retroexcavadora. En tareas de reparación o manutención de la retroexcavadora, previamente se procederá a parar completamente el motor, así como todos los elementos en movimientos, incluso el de inercia, una vez que ésta ha sido parada. Utilización de un cinturón de seguridad que mantenga al conductor fijo al asiento al estilo de los instalados en los automóviles, para evitar el atrapamiento en alguna parte de la cabina, en caso de accidente o colisión. Al cambiar un neumático, colocar una base firme para subir la máquina.		
	Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:

		EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA									
										Fecha: **Rev.:**	
Cod R.	**Riesgo**	**Agente**	**Probabilidad**			**Severidad**			**Valor del riesgo**	**Prioridad**	**Actividad / zona**
			B	**M**	**A**	**B**	**M**	**A**			
13	Atrapamiento por vuelco de máquinas	Retroexcavadora y Pala Cargadora	X					X	Medio	3	Excavaciones y circulación
Cod R.	**MEDIDAS PREVENTIVAS**										
13	Se comprobará diariamente, antes de iniciar los trabajos, todos los niveles (fluidos hidráulicos, aceites...) y el correcto funcionamiento de todos los sistemas. Se vigilará la presión de los neumáticos, trabajando con la presión recomendada por el fabricante y se verificará que todas las indicaciones de los controles son normales. Se respetará en todo momento la normativa sobre seguridad vial vigente en los distintos emplazamientos, respetando en todo momento la señalización existente en la obra. Balizar la zona para evitar transito de terceras personas. Periódicamente, en un lugar despejado y seguro, se verificará el buen funcionamiento de los frenos, se hará girar el volante en los dos sentidos a pequeña velocidad y se maniobrará con las palanca. Se probaran las diferentes marchas. La retroexcavadora se estacionara siempre en los lugares destinados a tal fin, cuyo suelo ha de ser firme. En caso de existir pendientes inevitablemente se calzarán las ruedas. No trabajar con estabilizadores. Siempre que se haya de circular por taludes, estos quedarán debidamente señalizados a una distancia no inferior a 2m del borde. Como norma general, nadie se acercará a la retroexcavadora en funcionamiento, a una distancia inferior a 5m. desde el punto mas alejado al que la máquina tiene alcance. Al entrar por accesos dificultosos o de poca visibilidad, se hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra. No se deberá estacionar ni circular a distancias menores de 3m de cortes de terreno, bordes de excavación, laderas, barrancos..., para evitar el vuelco. Quedará prohibido tumbarse bajo la retroexcavadora para descansar. No trabajar en pendientes que superen el 50 %. Trabajar de cara a la pendiente. Adecuar el modelo de maquina a la altura de las tierras. La conducción se realizará siempre con la "cuchara" plegada. Durante periodos de parada de la maquina, la "cuchara" permanecerá apoyada en el suelo, la transmisión en punto muerto, el motor parado con la llave extraída, el freno de estacionamiento aplicado y la batería desconectada. Al descender rampas o pendientes, el brazo estará situado en la parte trasera de la máquina. No liberar los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de las ruedas. No se abandonará la retroexcavadora sin dejar apoyada la cuchara en el suelo. No se realizarán trabajos en el interior de una zanja cuando se encuentren operarios dentro del radio de acción de la máquina. Debe disponer de cabina de seguridad antivuelco (ROPS) y dicha cabina ha de ser de seguridad antimpacto (FOPS).Cuando se realicen trabajos de demolición en rampas, no utilizar vigas de madera o hierro que puedan dejar oquedades. No bajar nunca una pendiente en punto muerto o apagado.										
Plazo:		Responsable:				Coste:				Seguimiento:	

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: **Rev.:**	
Cod R.	**Riesgo**	**Agente**	**Probabilidad**			**Severidad**			**Valor del riesgo**	**Prioridad**	**Actividad / zona**
			B	**M**	**A**	**B**	**M**	**A**			
17	Contactos eléctricos	Líneas eléctricas	X					X	Medio	3	Excavaciones
16	Contactos térmicos	Elementos calientes del motor	X			X			Muy bajo	5	Operaciones de mantenimiento

Cod R.	**MEDIDAS PREVENTIVAS**			
17	En presencia de líneas eléctricas se evitará que el brazo o cazo, se aproxime a los conductores a una distancia menor de 5 m, si la tensión es igual o superior a 66.000v. y a menos de 3m. para tensiones inferiores, no obstante, siempre guardar siempre distancias de seguridad. En caso de contacto con una línea en tensión, el conductor debe permanecer en la cabina hasta que la línea sea puesta fuera de servicio, ya que en su interior no corre peligro. Si el conductor se viera absolutamente obligado a abandonar la retroexcavadora, lo hará con los pies juntos, saltar lo mas alejado posible de la maquina. Para las líneas aéreas colocar pórticos limitadores de gálibo. Para trabajos con líneas de alta tensión, bien por contacto directo o por arco eléctrico seguir las pautas del análisis genérico de riesgos en cuento a aplicar las "cinco reglas de oro" : abrir con corte visible las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de cierre intempestivo, enclavar o bloquear, señalizando prohibido maniobrar, comprobar ausencia de tensión, poner a tierra y en cortocircuito, señalizar y delimitar la zona .En caso de posibilidad de la existencia de cables enterrados se solicitará a la propiedad información escrita de la situación de estos mediante planos, en caso de dudas solicitar tanto para líneas subterráneas como aéreas el corte del suministro eléctrico. No colocar nunca una pieza metálica en los bornes de la batería.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
16	El tubo de escape de la maquinaria estará protegido contra contactos térmicos. No se manipulará cuando la maquina esté en funcionamiento o mantenga calor residual. Las operaciones de mantenimiento y reparación del motor apagado se realizarán cuando este esté frio. No manipular el motor caliente cuando alcanza su temperatura, cualquier contacto puede originar quemaduras graves. No levantar, en caliente la tapa del radiador, los gases desprendidos pueden provocar quemaduras.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: Rev.:	
Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
15	Exposición a temperaturas ambientales extremas,	Frío-calor ambiental		X		X			Bajo	4	Condiciones climatológicas
24	Exposición a agentes físicos.	Ruido, vibraciones	X			X			Muy bajo	5	Vibraciones transmitidas por la maquinaria
18	Inhalación, exposición o ingestión de sustancias nocivas.	Polvo	X			X			Muy bajo	5	Excavaciones y movimientos de tierras Derrumbamientos

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS			
15	La cabina de la retroexcavadora estará acondicionada contra las inclemencias del tiempo de manera que en su interior los factores temperatura y humedad se mantengan dentro de la zona de confort.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
24	El asiento del conductor estará dotado de sistema de amortiguación eficaz contra vibraciones. El conductor de la retroexcavadora hará uso de protección auditiva en caso de ser necesario.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
18	En caso de la existencia de polvo en el ambiente procedente de las tareas de excavación, puede ser necesario el uso de mascarillas antipolvo. Se procurará que el lugar a excavar permanezca regado, en evitación de esta situación. Revisar puntos de escape del motor, evitar que los gases entren en la cabina, especialmente los motores previstos de ventilación de aspiración para el radiador. La cabina será estanca. Es aconsejable que la máquina disponga de aire acondicionado para poder tener las ventanas cerradas mientras se realiza el trabajo, de este modo se evitaría la entrada de este tipo de sustancias en el interior. El sistema de enfriamiento contiene álcali, evite su contacto con la piel y los ojos.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: Rev.:	
Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
23	Atropello, golpe o choques con o contra vehículos	Retroexcavadora y pala cargadora		X			X		Medio	3	Conducción Transito por la obra

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
23	Se cumplirá lo establecido en el Código de Circulación vigente y en las condiciones particulares de seguridad vial de los distintos emplazamientos. Guardar unas distancias de seguridad cuando exista varias maquinas trabajando. Estacionar en lugares establecidos y adecuadamente nivelado. En pendientes utilizar gatos niveladores. No abandonar la maquina con el motor en marcha. El calzado será antideslizante y libre de barro en las suelas para evitar bloqueos en pedales y mecanismos. La cabina será cerrada, instalada de manera que tenga en las maniobras el mayor campo de visión. No transportar personas sobre las maquinas. Al finalizar el trabajo la batería quedará descargada y la cuchara apoyada en el suelo y la llave de contacto quitada. Verificar en la maquinaria los limitadores de velocidad. No circular a mas de 20 Km/h, en las instalaciones y respetar en todo caso los pasos para peatones. No realizar maniobras de marcha atrás, en espacios reducidos, sin el auxilio de un señalista. Disponer de señales acústicas automáticas de retroceso, así como faros de marcha hacia delante y retroceso, retrovisores en ambos lados, pórticos de seguridad antivuelco y antimpacto. . Cuando la zona de trabajo, este próxima a lugares de paso de maquinas, el sentido de la marcha debe coincidir con el sentido del movimientos de estos vehículos. Respetar la señalización de obra.

Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: **Rev.:**	
Cod R.	**Riesgo**	**Agente**	**Probabilidad**			**Severidad**			**Valor del riesgo**	**Prioridad**	**Actividad / zona**
			B	**M**	**A**	**B**	**M**	**A**			
28	Accidentes in itinere	Accidentes producidos al ir o volver del trabajo al domicilio habitual y viceversa	X				X		Bajo	4	Desplazamientos fuera de la jornada.
21 22	Incendio y explosión	Productos o posibles fugas en los centros de trabajo		X			X		Medio	3	Productos existentes en otros centros de trabajo
29	Otros	Varios									

Cod R.	**MEDIDAS PREVENTIVAS**			
28	Se cumplirá con lo establecido en el Código de Circulación vigente. Se evitará el consumo de sustancias que alteren la capacidad de conducción.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
21 22	En trabajos realizados en instalaciones de empresas clientes como Repsol YPF, o en aquellos con riesgo de atmósfera inflamable o explosiva, este prohibido fumar salvo en zonas autorizadas, está prohibido entrar en las instalaciones con mecheros, encendedores, etc.. esta prohibido el uso de teléfonos móviles, de utilizar emisoras estas serán antideflagantes con marcado EX.El tubo de escape estará dotado de rejilla. El operario antes de entrar en plantas y donde este sea obligatorio, obtendrá el correspondiente Permiso de Trabajo de entrada de vehículo.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
29	Pautas de actuación: cuando el conductor se salga de la cabina irá dotado de los equipos de protección individual obligatorios: casco, gafas de seguridad y calzado con puntera reforzada. Además de aquellos obligatorios en cada caso: protección auditiva y respiratoria, ropa de trabajo para el frío y la lluvia. En ningún caso la ropa de trabajo será de manga corta o pantalón corto. Uso obligatorio de chaleco reflectante en obra. El operario que maneje la máquina debe ser cualificado, con buena capacidad visual y experiencia. La máquina irá dotada de: botiquín de primeros auxilios, extintor, herramientas esenciales, juego de lámparas de repuesto, chaleco reflectante Se hará uso del cinturón de seguridad dentro de la máquina. No lavar la ropa o manos con gasolina o sustancias inflamables.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA ACTIVIDADES DE USO DE RETROEXCAVADORA										
										Fecha: Rev.:	
Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
6	Pisadas sobre objetos	Piedras, material, herramientas, alteraciones del terreno		X			X		Medio	3	Acceso y descenso a maquinas
22	Incendios.	Combustible de la retroexcavadora.	X				X		Bajo	4	Repostar combustible.
21	Explosiones	Chispas del escape s	X					X	Medio	3	Excavaciones

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS			
6	Eliminar obstáculos cercanos a las escaleras de acceso a la retroexcavadora como pueden ser, piedras, restos de materiales, herramientas, que pudieran provocar una torcedura, un tropezón, o incluso llegar a un lesión grave, como rotura de ligamentos. Cerciorarse, antes de bajar de la máquina, de la ubicación de dichos obstáculos, para no pisar sobre ellos, adoptando una especial atención al realizar esta operación.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
22	El depósito de la retroexcavadora será totalmente estanco. Irá dotada de extintor de polvo polivalente cuyo manejo será conocido por el conductor. En ambientes inflamables o explosivos poner picas con masa a tierra. No fumar cuando se cargue combustible o se compruebe el carburante. Colocarse a favor del viento para no quedar salpicado con el carburante. Seguir indicaciones del permisos de trabajo o pautas establecidas por la propiedad al trabajar en distintos centros de trabajo. No guarde combustibles ni trapos manchados de grasas en la maquina.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	
21	El tubo de escape de la retroexcavadora tendrá colocada una rejilla antichispas en caso de trabajos en atmósferas potencialmente explosivas. Se cumplirá con las medidas preventivas indicadas en el correspondiente permiso de trabajo, en especial con la detección de gases en el recorrido y la zona de posición de la máquina cuando exista este riesgo. No utilizar mechero o cerillas para ver dentro del motor.			
Plazo:	Responsable:	Coste:	Seguimiento:	

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA EL PUESTO DE TRABAJO: CHOFER CAMIÓN-PLUMA										
Empresa: **Actividad:**		**Dirección:** **C.P.:** **Localidad:** **Tfno:**								**Fecha:** **Rev.:** 0	
Cod R.	**Riesgo**	**Agente**	**Probabilidad**			**Severidad**			**Valor del riesgo**	**Prioridad**	**Actividad / zona**
			B	**M**	**A**	**B**	**M**	**A**			
01	Caída de personas a distinto nivel	Ascenso o descenso de la cabina	X			X			Muy bajo	5	Maniobra con el camión
03	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	Cargas mal apiladas	X				X		Bajo	4	"
04	Caída de objetos en manipulación	Carga	X					X	Medio	3	"

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
01	El acceso a la cabina y el descenso desde esta se realizará siempre utilizando la escalera que ha de permanecer libre de aceite, grasa o cualquier sustancia que la haga resbaladiza. El operador hará uso de calzado de seguridad con suela antideslizante. Limpiar zona de pedales.
03	Las cargas se apilaran de forma segura atendiendo especialmente al peso y volumen de estas y teniendo en cuenta la altura máxima y la capacidad o resistencia de camión respecto a la carga. Se sujetarán las piezas sobre la caja. Se situará sobre un piso firme y nivelado.
04	El estrobado se realizará de manera que el reparto de la carga sea homogéneo para que la pieza suspendida mantenga un equilibrio estable. Se evitará el contacto de los estrobos con aristas vivas de la carga mediante la utilización de cantoneras. El ángulo formado por los estrobos no superará en ningún caso 120º debiéndose procurar que sea menor de 90º. En todo caso se comprobará en las correspondientes tablas, que la carga útil para el ángulo formado, es superior a la real. Los elementos auxiliares (estrobos, grilletes, ganchos, etc.) estarán en perfecto estado y tendrán capacidad de carga suficiente para soportar, sin deformarse, las solicitaciones a las que están sometidos. Se desecharán aquellos cables cuyos hilos rotos, contados a lo largo de un tramo de cable de longitud ocho veces su diámetro, superen el 10% del total de los mismos. La camión - pluma será sometida a las inspecciones técnicas reglamentarias periódicas, con resultado favorable. El operador del camión-grúa dispondrá de capacidad, conocimientos y experiencia adecuados para desarrollar esta función. La zona que cubra la pluma en su giro o trayectoria, desde el punto de amarre de la carga hasta el de colocación, deberá permanecer señalizada y acotada para evitar el paso de personal mientras dure la maniobra, se emitirán señales previamente establecidas, generalmente sonoras, con el fin de advertir de esta situación. El operador usará casco cuando esté fuera de la cabina.

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA EL PUESTO DE TRABAJO: CHOFER CAMIÓN-PLUMA										
Empresa: **Actividad:**		**Dirección:** **C.P.:** **Localidad:** **Tfno:**								**Fecha:** **Rev.:** 0	
Cod R.	**Riesgo**	**Agente**	**Probabilidad**			**Severidad**			**Valor del riesgo**	**Prioridad**	**Actividad / zona**
			B	**M**	**A**	**B**	**M**	**A**			
09	Golpes contra objetos móviles de la máquina	Gancho, pluma de la camión - pluma.	X				X		Bajo	4	Maniobras con el camión
08	Golpes contra objetos móviles	Carga suspendida		X			X		Medio	3	"
12	Atrapamientos por o entre objetos	Elementos auxiliares, carga, mecanismos, órganos en movimientos		X			X		Medio	3	"
02	Caída de persona al mismo nivel	Manchas de aceite		X		X			Bajo	4	"

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
09	Balizamiento y señalización de la zona de influencia de la pluma. Uso de casco de protección
08	Balizamiento y señalización de la zona de influencia de la pluma. Uso de casco de protección
12	Las operaciones de reparación o manutención de la camión - pluma se realizará cuando esta no está en funcionamiento. El conductor esperará antes de realizar cualquier movimiento la indicación de la persona que dirige la maniobra. Al camión –pluma se debe dar el uso debido, consistente en coger la carga de la caja al suelo y de este a la caja.
02	Limpieza de la zona de trabajo. Evitar que la suela del calzado esté impregnada de grasas, aceites o sustancias resbaladizas.

EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA EL PUESTO DE TRABAJO:
CHOFER CAMIÓN-PLUMA

Empresa: **Actividad:**	**Dirección:** **C.P.:** **Localidad:** **Tfno:**	**Fecha:** **Rev.:** 0

Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
13	Atrapamiento por vuelco de maquinas	Camión - pluma	X					X	Medio	3	Maniobras con el camión
14	Sobreesfuerzos	Cargas, elementos auxiliares	X				X		Bajo	4	"
15	Exp.a temperaturas ambientales extremas	Frío-calor ambiental		X		X			Bajo	4	"

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
13	El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso, al objeto que la camión - pluma quede perfectamente nivelada, nivelación que debe ser verificada antes de iniciarse los trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo. Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, se ampliará el reparto de la carga sobre el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases constituidas por una o mas capas de tablones de al menos 80 mm de espesor y 1000 mm de longitud que se interpondrán entre el terreno y los estabilizadores. Los brazos soportes deberán permanecer extendidos en su totalidad y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la maquina, se darán a los gatos la elevación necesaria para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo. En el caso de camión - plumas transmitiendo el esfuerzo al terreno a través de los neumáticos se revisará la presión de estos con el fin de que se adecuen en todo momento a las normas establecidas por el fabricante. Previamente al inicio de maniobras con cargas se conocerá el peso exacto, siendo este la suma de la carga mas el peso de los accesorios empleados. Deben evitarse oscilaciones pendulares que , cuando la carga es grande, pueden adquirir amplitudes que pondrían en peligro la estabilidad de la camión - pluma. Cuando el viento es excesivo se interrumpirán temporalmente las maniobras. Tener al día las inspecciones técnicas reglamentarias y las MIE-AM-04.
14	Cuando se manipulen objetos pesados o voluminosos se utilizarán medios auxiliares, se solicitará ayuda de otros compañeros y se adoptará una posición correcta de los brazos, piernas y espalda. Recibir formación sobre manipulación manual de cargas. Control médico. En trabajos muy continuos sometidos a las vibraciones dela asiento realizar descansos cada cierto intervalo de tiempo.
15	La cabina estará acondicionada contra las inclemencias del tiempo de manera que en su interior los factores temperatura y humedad se mantengan dentro de la zona de confort.

EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA EL PUESTO DE TRABAJO:
CHOFER CAMIÓN-PLUMA

Empresa: **Actividad:**	**Dirección:** **C.P.:** **Localidad:** **Tfno:**	**Fecha:** **Rev.:** 0

Cod R.	Riesgo	Agente	Probabilidad			Severidad			Valor del riesgo	Prioridad	Actividad / zona
			B	M	A	B	M	A			
17	Contactos eléctricos (indirectos)	Líneas eléctricas	X					X	Medio	3	Maniobras con el camión
21	Explosiones	Chispas del escape en atmósferas explosivas	X					X	Medio	3	"
22	Incendios	Combustible de la camión - pluma	X				X		Bajo	4	"

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
17	En presencia de líneas eléctricas se evitará que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor de 5 m. si la tensión es igual o superior a 50Kv y a menos de 3m. para tensiones inferiores. En caso de contacto de la flecha o de cables con una línea en tensión, el conductor debe permanecer en la cabina hasta que la línea sea puesta fuera de servicio, ya que en su interior no corre peligro. Si el conductor se viera absolutamente obligado a abandonar el vehículo, lo hará con los pies juntos, lo mas alejado posible de la maquina. En algún caso puede ser necesario proteger la propia línea mediante apantallamientos. Tener en cuenta el riesgo por arco eléctrico de líneas que puedan cruzarse. En ningún caso el conductor tocará conducciones eléctricas, deberá solicitar se a la suministradora el corte de la corriente, de existir líneas que se crucen, deben bloquear o enclavar, poner a tierra y en cortocircuito.
21	El tubo de escape del camión tendrá colocada una rejilla antichispas en caso de trabajos en atmósferas potencialmente explosivas. Se cumplirá con las medidas preventivas indicadas en el correspondiente permiso de entrada de vehículo a planta según Repsol Petróleo y mediciones para la detección de gases en el recorrido y la zona de posición del vehículo. Conocer el Plan de Emergencia del lugar donde se trabaja. No fumar, ni encender mecheros ni utilizar teléfonos móviles durante el repostado de combustible, que se hará apoyando el surtidor en el deposito para que hagan contacto durante el repostaje. No abrir y cerrar las puertas del vehículo durante el repostaje.
22	El deposito de combustible será totalmente estanco. El vehículo estará dotado de extintor de polvo polivalente, que será revisado con carácter interno cada tres meses, al año revisión por empresa mantenedora y a los cinco años retimbrado, con carácter trimestral inspección interna.

	EVALUACION INICIAL DE RIESGOS PARA EL PUESTO DE TRABAJO: CHOFER CAMIÓN-PLUMA										
Empresa: **Actividad:**		**Dirección:** **C.P.:** **Localidad:** **Tfno:**									**Fecha:** **Rev.:** 0
Cod R.	**Riesgo**	**Agente**	**Probabilidad**			**Severidad**			**Valor del riesgo**	**Prioridad**	**Actividad / zona**
			B	**M**	**A**	**B**	**M**	**A**			
24	Exp. agentes físicos	Ruido, vibraciones	X			X			Muy bajo	5	Maniobras con camión
28	Accidentes in itinere	Accidentes producidos al ir o volver del trabajo	X				X		Bajo	4	"
16	Contactos térmicos	Tubo de escape	X				X		Bajo	4	"
23	Atropello, golpe o choque contra vehículos	Camión –pluma		X			X		Medio	3	"

Cod R.	MEDIDAS PREVENTIVAS
24	La cabina de mando estará protegida contra ruidos y vibraciones. Control médico ante posible problemas dorso-lumbares por la conducción.
28	Se cumplirá con lo establecido en el Código de Circulación vigente. Se evitará el consumo de productos que alteren la capacidad de conducción. Respetar el stop a la salida de la instalación.
16	No se manipulará cuando la maquina esté en funcionamiento o conserve calor residual.
23	Se cumplirá lo establecido en el código de circulación y en las condiciones particulares de seguridad vial de los distintos emplazamientos. No conducir bajo estado de embriaguez o efecto de sustancias (medicamentos, otros..) que alteren la capacidad de conducción. Llevar obligatoriamente triángulos y chalecos reflectantes homologados, juego de luces, extintor y linterna. Uso de cinturón de seguridad durante la conducción. De notar sueño parar inmediatamente y descansar. No utilizar teléfonos móviles durante la conducción que alteren la capacidad de conducir. Mantener la distancia de seguridad especialmente ante situaciones climatológicas adversas y moderar la velocidad. De colarse algún insecto parar hasta eliminarlo y nunca hacerlo conduciendo.
29 otro	Es obligatorio que el conductor cuando salga de la cabina, utilice los equipos de protección individual necesarios y obligatorios establecidos en el emplazamiento así como los recomendables por su puesto de trabajo.

	PP-06 COORDINACION DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES
REV. 1	***CERTIFICADO DEL CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES EN MATERIA DE PRL***

Obra:	
Localidad y situación:	
Empresa contratista:	

En cumplimiento de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, del R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención y del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el representante legal de la empresa D. mediante el presente documento, CERTIFICA QUE:

- La organización de los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades preventivas, se ha realizado con arreglo a la modalidad:
  - ☐ Designando a uno o varios trabajadores para llevarla a cabo.
  - ☐ Constituyendo un servicio de prevención propio.
  - ☐ Recurriendo a un servicio de prevención ajeno: _____.
- La prevención de riesgos laborales, se ha integrado en el sistema de gestión de la empresa, a través de la implantación y aplicación de un PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. Los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del Plan de prevención de riesgos, han sido la EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES y LA PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA.
- Todos los trabajadores que intervienen en la obra, han recibido los EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL adecuados para el desempeño de sus funciones, comprometiéndome a velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.
- Todos los trabajadores que intervienen en la obra, han recibido la INFORMACIÓN adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra. Dicha información, se ha llevado a cabo mediante la entrega comentada, de la parte del plan de seguridad y salud de la obra, correspondiente a los riesgos específicos que afectan a su puesto de trabajo o función y a las medidas de protección y prevención aplicables a dichos riesgos.
- Todos los trabajadores que intervienen en la obra, han recibido la FORMACIÓN teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.
- Todos los trabajadores que intervienen en la obra, se han sometido al control periódico de la VIGILANCIA DE LA SALUD, en función de los riesgos inherentes a su puesto de trabajo. Resultando que dichos trabajadores, son aptos para el desempeño de sus funciones.

Y para que conste a los efectos oportunos.

En _____, a ____ de _____ de _____

	PM-01 ASPECTOS AMBIENTALES Y COMUNICACION
REV. 0	***CERTIFICADO DEL CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES EMPRESARIALES EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE***

CERTIFICADO DEL CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES EMPRESARIALES EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE

Obra:	
Localidad y situación:	
Empresa contratista:	

El objeto de esta comunicación es establecer la sistemática para que los proveedores hagan una aplicación en sus trabajos conforme al Sistema de Gestión de la Calidad y el Medio Ambiente de PROENER. Este apartado es de aplicación a las subcontratas que realicen actividades que puedan generar aspectos medioambientales significativos.

- ***Buenas practicas a seguir por parte de proveedores y subcontratas:***

- En el caso de que proveedores y subcontratistas como consecuencia de sus trabajos genere algún tipo de residuo deberá comunicarlo al Jefe de Proyecto. El proveedor / subcontratista proporcionara al Jefe de Proyecto la información necesaria sobre la gestión de los mismos.

- El jefe de proyecto junto con el Responsable de Medio Ambiente, planificarán y dispondrán el almacenamiento y gestión de residuos, salvo que la subcontrata tenga un procedimiento de gestión propio, en ese caso deberá comunicarlo.

- Los proveedores y subcontratas deberán segregar los residuos, en función de su naturaleza y forma de gestión, de manera que permita separar tanto aquellos residuos que precisen un tratamiento o deposito especial, como los residuos recuperables y los exentos de peligrosidad. Como mínimo se realiza la siguiente segregación:
  - Residuos urbanos
  - Residuos inertes
  - Residuos peligrosos
- La empresa PROENER habilitará zonas concretas para el almacenamiento temporal de residuos hasta su entrega a gestor autorizado. Para la elección de zonas se tienen en cuenta criterios relativos a la prevención de incendios, protección de la salud de las personas y del medio natural, así como la facilidad de acceso y movimiento de los vehículos de transporte de residuos. Para los residuos peligrosos se sigue el sistema de Identificación conforme al Real Decreto 833/88. el tiempo máximo de almacenamiento de residuos peligrosos es de seis meses.

- Los residuos generados por los Proveedores y Subcontratas serán almacenados en los lugares habilitados hasta su gestión definitiva o bien serán gestionados directamente por ellos a través de gestores autorizados acorde al cumplimiento de la legislación vigente, para lo cual deberán acreditar documentalmente dicha gestión.

- En ningún caso se verterá ningún tipo de sustancia o residuos a un cauce sin la previa autorización de la autoridad competente y el aviso al Departamento de Calidad y Medio Ambiente y Jefe de Proyecto.

- Se minimizará el consumo de agua, combustible y energia eléctrica, evitando perdidas e usos innecesarios en cada caso.

Los residuos generados en las obras procedentes del desarrollo de nuestra actividad serán segregados convenientemente evitando generar impacto medio ambiental.

Y para que conste a los efectos oportunos.

En _____, a ____ de _____ de _____

SELLO Y FIRMA EMPRESA CONTRATISTA

ACTA DE NOMBRAMIENTO DE RESPONSABLE SEGURIDAD

Empresa Contratista/Subcontratista:	
Obra:	
Localidad y situación:	

En cumplimiento del artículo 30 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y reunir los requisitos contenidos en esta, y los particulares contenidos en el Pliego de Condiciones Técnicas y Particulares del Plan de Seguridad y Salud en esta obra, el representante legal de la empresa subcontratista, mediante el presente acta nombra para desarrollar las funciones de RESPONSABLE DE SEGURIDAD, como Trabajador Designado, a D._____ con D.N.I._____, domiciliado en_____, calle o plaza_____.

Dichas funciones a desarrollar por usted, en la forma posible, pueden ser las encomendadas al Delegado de Seguridad a que se refiere el Art. 36 de la Ley 31/1995, así como del Convenio sectorial vigente y a las propias del Centro de Trabajo.

Estas tareas las desempeñará tomando de referencia el Plan de Seguridad y Salud, que estará siempre en obra para consulta, de cuyo contenido me declaro conocedor. Así mismo, asume que en materia de Seguridad y Salud tendrá una dependencia jerárquica del Equipo de Seguridad y los Recursos Preventivos de . y el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de al obra.

En _____ , a _____de _____ de _____

Acepto el nombramiento Legal de

El Representante

_____

Fdo.: D_____
D._____

Fdo.:

ACTA DE NOMBRAMIENTO DE RECURSO PREVENTIVO

Empresa Contratista/ Subcontratista:	
Obra:	
Localidad y situación:	

En aplicación del Art. 32 bis y de la disposición adicional decimocuarta, de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, los recursos preventivos de la obra, serán designados mediante el acta de nombramiento adjunta. Como normas generales de actuación los recursos preventivos tendrá que:

· Vigilar el cumplimiento y hacer cumplir a todos los trabajadores de la obra, las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo, y comprobar la eficacia de las mismas.

· Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades siguientes:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

· Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

· Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

· Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

	PP-06 COORDINACION DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES
REV. 1	***ACTA DE NOMBRAMIENTO DE RECURSO PREVENTIVO*** 10/08/07

ACTA DE NOMBRAMIENTO DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS

Empresa Contratista/ Subcontratista:	
Obra:	
Localidad y situación:	

La empresa _____ mediante el presente acta, nombra como RECURSOS PREVENTIVOS para la obra reseñada a:

D. _____ con D.N.I. _____

Las funciones a desarrollar por los recursos preventivos, son las especificadas en la página anterior, y que dichos recursos preventivos conocen a la perfección, dado que se entregan y comentan con este acta.

Acepto el nombramiento

Fdo.: D_____

El Representante Legal de _____

Fdo.: D._____

En _____, a ___ de _____ de ____

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN PARA MODIFICACIÓN DE PROYECTO Y DELIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

PROYECTO: **PLANTA FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED "PF CASABLANCA"**

PROMOTOR: **KUNTUR INVESTMENTS SL**

Nº VISADO / REFERENCIA: **SPA-2024-12**

D. Jose María Terriza, en representación de **RENERIX SOLAR S.L.**, en adelante RENERIX con CIF B13635107 y Dª Gloria María Calzado Navarro en representación de **ENERMAT RENOVABLES S.L.**, en adelante ENERMAT, con CIF B13586201

MANIFIESTAN

Que RENERIX redactó el proyecto técnico arriba referenciado, suscrito por el Ingeniero Técnico Industrial D. Antonio Moreno Sánchez, colegiado nº 1327 en el Colegio de Graduados e Ingenieros Industriales de Ciudad Real.

Que RENERIX autoriza expresamente a ENERMAT, y al citado Ingeniero, actualmente integrado en dicha sociedad, a revisar, actualizar, modificar o desarrollar documentación técnica complementaria del proyecto original.

Que las modificaciones, anexos, proyectos reformados o cualquier otra documentación técnica que emita ENERMAT tendrán la consideración de actuaciones técnicas independientes desde su fecha de firma.

Que RENERIX mantiene exclusivamente la responsabilidad derivada de la redacción original del proyecto en su estado y alcance inicial.

Que ENERMAT asumirá la responsabilidad técnica y profesional derivada únicamente de las modificaciones, ampliaciones o adaptaciones que redacte y suscriba con posterioridad.

Que los trabajos desarrollados por cada sociedad han estado o estarán amparados por sus respectivas pólizas de Seguro de Responsabilidad Civil Profesional durante su periodo de vigencia, sin que la presente autorización suponga transmisión de responsabilidad retroactiva entre las partes.

Y para que así conste, se firma la presente declaración para su incorporación al proyecto técnico modificado.