

Encargado por:

INSTARRENOVA, S.L.

C/ San Sebastián 66, 2.ª planta, Tarifa, Cádiz,

11010,

Teléfono: +34 956 402110

CIF: B-74140700

MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSFV "ROMANO"

Término Municipal de Tarifa
Provincia de Cádiz
Comunidad Autónoma: Andalucía

Noviembre 2025
N.º REF.: 342214812-336

VERSIÓN	N.º INTERNO	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
1	336	Noviembre 2025	Primera versión	AGP	JFC	JLO



INPROIN 2004, S.L.

C/ Alameda de las Platerías 10, Tarifa, Cádiz,

Tel: +34 956 402110

CIF: B-74140700

ÍNDICE PROYECTO

DOCUMENTO 01. MEMORIA

Anexo 01. Coordenadas Perimetrales

Anexo 02. Cálculos Eléctricos

Anexo 03. Estudio de Producción

Anexo 04. Ficha Técnica Módulos Fotovoltaicos

Anexo 05. Ficha Técnica Inversores

Anexo 06. Ficha Técnica Estructura

Anexo 07. Relación de Bienes y Derechos Afectados

Anexo 08. Gestión de Residuos

Anexo 09. Estudio de Campos Electromagnéticos

Anexo 10. Estudio Hidrológico

DOCUMENTO 02. PLANOS

DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

DOCUMENTO 04. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 01. MEMORIA

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	 INGENIERIA Y PROYECTOS
-------------------	--	--

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES.....	4
2	OBJETO DEL PROYECTO.....	5
3	ALCANCE.....	6
4	PROMOTOR.....	7
5	NORMATIVA DE APLICACIÓN	8
5.1	AUTONÓMICA Y MUNICIPAL.....	8
5.2	ESTATAL.....	8
5.3	SEGURIDAD Y SALUD.....	9
5.4	OBRA CIVIL.....	9
5.5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	11
5.6	REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN	12
5.6.1	ITC-RAT 02	12
5.6.2	ITC-LAT-02.....	19
6	DATOS Y CRITERIOS DE PARTIDA.....	29
6.1	UBICACIÓN DEL PROYECTO: POLIGONAL	29
6.2	CENTRO GEOMÉTRICO DE LA CENTRAL	29
6.3	JUSTIFICACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	29
6.4	CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	29
6.5	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO SOLAR PRESENTE.....	30
7	ADECUACIÓN DEL PROYECTO AL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO	31
8	RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS	33
9	DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES Y RUTA DE ACCESO.....	34
9.1	RUTA DE ACCESO Y UTILIZACIÓN TEMPORAL DURANTE OBRAS.....	35
10	SERVICIOS AFECTADOS.....	36
10.1	AYUNTAMIENTO DE TARIFA	36
10.2	JUNTA DE ANDALUCÍA. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA, AGUA Y DESARROLLO RURAL. SERVICIO DE GESTIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO DENTRO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA GUADALETE-BARBATE.....	36
10.2.1	CRUZAMIENTOS.....	37
10.2.2	ZONA DE POLICÍA.....	37
10.3	E-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES S.L.U	37
10.3.1	CRUZAMIENTOS CON LÍNEAS AÉREAS.....	38
11	DATOS REFERIDOS A LA ORDENACIÓN DE LA PLANTA	39
12	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	40
13	MODULO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICO	41
13.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MGE FOTOVOLTAICO	41
13.2	DESCRIPCIÓN DETALLADA POR CT	43
13.3	GENERACIÓN DE ENERGÍA DE LA PLANTA	43
13.4	EQUIPOS PRINCIPALES.....	44
13.4.1	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	44
13.4.2	ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA.....	46
13.4.3	INVERSOR.....	47
13.5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	49
13.5.1	CABLEADO CC DE STRINGS.....	49

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

13.5.2	CABLEADO CA DE BAJA TENSIÓN.....	50
13.5.3	CABLEADO CA MEDIA TENSIÓN.....	51
13.5.4	CABLES DE COMUNICACIONES.....	54
13.5.5	CUADROS ELÉCTRICOS.....	54
13.5.6	EQUIPOS DE PROTECCIÓN EN BT.....	55
13.6	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	60
13.6.1	TRANSFORMADORES.....	61
13.6.2	CELDA DE MEDIA TENSIÓN.....	62
13.6.3	PROTECCIONES.....	63
13.6.4	SERVICIOS AUXILIARES.....	64
13.7	CENTRO DE MANIOBRA Y CONTROL (CMC).....	65
13.7.1	CELDA DE MEDIA TENSIÓN.....	65
13.7.2	SERVICIOS AUXILIARES.....	67
13.7.3	MEDICIÓN Y CONTROL.....	68
14	INFRAESTRUCTURAS COMUNES.....	69
14.1	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	69
14.2	ESTACIÓN METEOROLÓGICA.....	70
14.3	SISTEMA DE SEGURIDAD.....	71
14.4	MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	72
14.5	OBRA CIVIL.....	72
14.5.1	CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	72
14.5.2	ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.....	73
14.5.3	ESTRUCTURAS DE ACERO.....	73
14.5.4	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.....	73
14.5.5	ACCESOS Y CAMINOS.....	74
14.5.6	ZANJAS Y ARQUETAS.....	74
14.5.7	CANALETAS Y TUBOS DE PROTECCIÓN.....	75
14.5.8	ADECUACIÓN PARA EDIFICIOS.....	76
14.6	EDIFICACIONES.....	76
14.6.1	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CENTRO DE MANIOBRA Y CONTROL.....	76
14.6.2	EDIFICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	77
15	SISTEMA DE MEDIDA DE ENERGÍA PARA FACTURACIÓN.....	78
16	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	79
17	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	80
18	CONCLUSIÓN.....	81

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

1 ANTECEDENTES

Con fecha 06/09/2024 se solicita Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción de la Planta Solar Fotovoltaica Romano en el término municipal de Tarifa (Cádiz).

Con fecha 24/11/2025 se recibe alegación emitida por RWE RENEWABLES IBERIA S.A.U., como titular del Parque Eólico Los Siglos, mediante la cual se informa que en la nueva ubicación donde se pretende instalar la Planta Solar Fotovoltaica Romano existe una cesión de terreno otorgado por el propietario de la parcela a favor de RWE RENEWABLES IBERIA S.A.U, el cual imposibilita la instalación de la Planta Solar Fotovoltaica Romano.

Debido a lo indicado en el apartado anterior se ha reubicado la planta fotovoltaica a otra localización no afectada por el Contrato de terrenos indicado.

Se redacta el presente "Modificado de Proyecto Técnico Administrativo de la Planta Solar Fotovoltaica Romano" con el objeto de describir las instalaciones de la citada planta solar fotovoltaica en la nueva ubicación.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

2 OBJETO DEL PROYECTO

El presente Modificado de Proyecto Técnico Administrativo tiene como objetivo la definición completa de todos los componentes que formarán parte de la Planta Solar Fotovoltaica "ROMANO" (PSFV "ROMANO") en la nueva ubicación, en el término municipal de Tarifa, provincia de Cádiz, así como de todas las nuevas infraestructuras necesarias para su conexión a red.

La energía generada por la PSFV "ROMANO" se evacuará mediante un tramo de línea subterránea que conectará con la subestación "Atlanterra" (SET "Atlanterra") perteneciente a E-Distribución Redes Digitales S.L.U.

El presente documento se elabora con el propósito de presentar el Proyecto para su evaluación, y posteriormente, obtener la Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción según lo establecido en la normativa aplicable.

Las características principales del proyecto son las siguientes:

NOMBRE	PSFV "ROMANO"
Titular	INSTARRENOVA, S.L. C.I.F.: [REDACTED]
Dirección	C/S [REDACTED]
Término Municipal	Tarifa
Capacidad de acceso	4,95 MW
MÓDULO DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD FOTOVOLTAICO	
Estructura	Estructura fija, inclinación 30°, azimut 0°, configuración 1V
Potencia total módulos fotovoltaicos	6.552 kWp
Potencia total inversores	5.500 kW
Módulos	AIKO SOLAR AIKO-A-780-GRH78Dwde 780 Wp (8.400 unidades) o similar
Inversores	17 HUAWEI SUN2000-330KTL-H1 323,53 kW (limitado por fabricante según RD 997/2025) o similar
Red Media Tensión	20 kV
Nº de circuitos MT	1 circuito
Tipo de conductor MT	RHZ1-OL 12/20kV, Al, 50Hz

La instalación PSFV "ROMANO" se proyecta conforme a lo establecido en el Real Decreto Ley 23/2020 y en el Real Decreto 1183/2020, teniendo como punto de evacuación la subestación Atlanterra 66/20 kV propiedad de E-DISTRIBUCION REDES DIGITALES.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

3 ALCANCE

El alcance del proyecto engloba las siguientes instalaciones hasta el punto de conexión:

- Características generales de la planta e implantación
- Reglamento y disposiciones generales
- Equipos:
 - o Módulos fotovoltaicos
 - o Estructura soporte
 - o Inversores
 - o Centros de transformación (CT)
 - o Centro de Maniobra y Control
 - o Estación meteorológica
- Instalaciones eléctricas:
 - o Cableado de BT
 - o Cableado de MT
 - o Cableado de comunicaciones
 - o Zanjas y arquetas
 - o Canaletas y tubos de protección
 - o Sistema de puesta a tierra
 - o Cuadros eléctricos
 - o Servicios auxiliares
 - o Sistemas de monitorización
 - o Infraestructura de comunicaciones
 - o Sistema de seguridad
 - o Obra civil
 - o Stock de material

La subestación Atlanterra 66/20 kV, será el punto de conexión a la red eléctrica. Las actuaciones dentro de la mencionada subestación no forman parte del alcance del presente Proyecto Técnico Administrativo.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

4 PROMOTOR

El presente Modificado de Proyecto Técnico Administrativo PSFV "ROMANO" se realiza a petición de la empresa INSTARRENOVA, S.L., promotor del mismo.

Los datos del promotor son:

- Razón Social: INSTARRENOVA, S.L.
- CIF: B-1116875
- Domicilio Social: C/San Juan 22, 22 B - 11013, Tarifa (Cádiz)
- Teléfono: +34 956 11 11 11

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

5 NORMATIVA DE APLICACIÓN

En la confección del presente proyecto, así como en la futura construcción de las instalaciones, se han tenido presente la normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar a la misma. La normativa es la siguiente:

5.1 AUTONÓMICA Y MUNICIPAL

- Ley 1/1994 de Ordenación del Territorio de Andalucía, el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA)
- Ley 7/2021, de 1 de diciembre, de impulso para la sostenibilidad del territorio de Andalucía (en adelante "LISTA").
- Reglamento General de la Ley 7/2021, de 1 de diciembre, de impulso para la sostenibilidad del territorio de Andalucía, aprobado por Decreto 550/2022, de 29 de noviembre (BOJA núm.232, 2 de diciembre de 2022), (en adelante "Reglamento LISTA").
- Texto Refundido de la Adaptación y Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Tarifa, aceptado por la Comisión Provincial de Ordenación del Territorio y Urbanismo de fecha 18 de octubre de 1995 (BOP Cádiz nº107 de 11 de mayo de 2002), en cumplimiento del acuerdo de la Comisión Provincial de Urbanismo de fecha 27 de julio de 1990, por el que fue aprobado definitivamente. Cuenta con Adaptación Parcial a la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de ordenación urbanística de Andalucía, aprobada por acuerdo del Excmo. Ayuntamiento Pleno en sesión celebrada el 23 de marzo de 2010 (BOP de Cádiz nº205 de 27 de octubre de 2010), (en adelante "PGOU").
- Plan de Ordenación del Territorio del Campo de Gibraltar aprobado por Decreto 370/2011, de 20 de diciembre, de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda (BOJA nº54 de 19 de marzo de 2012), (en adelante "POTCG").

5.2 ESTATAL

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- P.H.E.: Ley 16/1985, de 25 de junio (B.O.E. del 29), del Patrimonio Histórico Español, desarrollado parcialmente por el Real Decreto 111/1986 de 10 de enero (B.O.E. del 28).
- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Reglamento General de Carreteras, aprobado por Real Decreto 1812/1994 de 2 de septiembre B.O.E. de 23 de septiembre de 1994.
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.
- Normas UNE de obligado cumplimiento en el Ministerio de Fomento.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

5.3 SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 54/2003 de prevención de riesgos laborales (B.O.E. nº298, 13-12-03).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 780/1998, que modifica el Real Decreto 39/1997, que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- 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.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Recomendaciones para la elaboración de los estudios de seguridad y salud en las obras de carretera (2002).
- Real Decreto 486/1997, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (B.O.E. nº97, 23-4-97) y todas las actualizaciones que lo afectan.
- Orden ITC/1316/2008, de 7 de mayo, por la que se aprueba la instrucción técnica complementaria 02.1.02 «Formación preventiva para el desempeño del puesto de trabajo», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, 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.

5.4 OBRA CIVIL

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación. (NCSR-02, 27-9-02).
- Instrucción de acero estructural (RD 751/2011).
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.-Remates de obras.
- O.C. 301/89 T Sobre señalización de obra.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Instrucción 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero y Orden FOM/185/2017).
- Norma 3.1-IC "Trazado", Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero.
- Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera (O.C. 17/03).º
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se apruébala Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Recomendaciones para el control de calidad de obras en carreteras, D.G.C. 1978.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Aprobada por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos (RC-16), aprobado por Real Decreto 256/2016, de 10 de junio (BOE del 25 de junio).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las Tuberías de Abastecimiento de Aguas.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones (Orden de 15 de septiembre de 1986).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes, del Ministerio de Obras Públicas (PG-3-75). aprobado por Orden Ministerial de 6 de Febrero de 1976 (B.O.E. de 7 de Julio) con las modificaciones introducidas en diversos artículos por la Orden Ministerial de 21 de Enero de 1988 y posteriores (Parte 2, Parte 7 en el 2000).

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- Recomendaciones para la fabricación, transporte y montaje de tubos de hormigón en masa, T.H.M., del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre "Señalizaciones de Obras" y consideraciones sobre "Limpieza y Terminación de las obras".
- Orden FOM 534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras (BOE de 5 de abril de 2014).
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM 3460/2003).
- Durabilidad del hormigón: Estudio sobre Medida y Control de su permeabilidad

5.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- 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.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C IDAE julio 2011.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- Orden de 5 de febrero de 2008, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establecen normas complementarias para la tramitación de expedientes de instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica.
- Para la conexión a Red Eléctrica de España se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red de transporte de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico – LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014. Además se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta dichos procedimientos así como las prescripciones técnicas de Red Eléctrica de España.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1996 de 20 de octubre.
- 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.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre, por el que se aprueban medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico.

5.6 REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

5.6.1 ITC-RAT 02

• Generales

UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60071-1:2006 UNE-EN 60071-1/A1:2010	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE-EN 60071-2:1999	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60027-1:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1:
UNE-EN-60027- 1:2009/A2:2009	Generalidades.
UNE-EN 60027-4:2011	Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4:
	Máquinas eléctricas rotativas.
UNE-EN 60617-2:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de
	símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de
	aplicación general.
UNE-EN 60617-3:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y
	dispositivos de conexión.
UNE-EN 60617-6:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción,
	transformación y conversión de la energía eléctrica.
UNE-EN 60617-7:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparamenta y
	dispositivos de control y protección.
UNE-EN 60617-8:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de
	medida, lámparas y dispositivos de señalización.
UNE 207020:2012 IN	Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la
	seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de
	ensayo y de medida de alta tensión.

• Aisladores y pasatapas

UNE-EN 60168:1997	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de
	cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal
	superior a 1000 V.
UNE-EN 60168/A1:1999	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de
	cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal
	superior a 1 kV.
UNE-EN 60168/A2:2001	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de
	cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal
	superior a 1 kV.
UNE 21110-2:1996	Características de los aisladores de apoyo de interior y de
	exterior para instalaciones de tensión nominal superior a
	1000 V.
UNE 21110-2 ERRATUM:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de
	exterior para instalaciones de tensión nominal superior a
	1000 V.
UNE-EN 60137:2011	Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a
	1000 V.
UNE-EN 60507:1995	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta
	tensión destinados a redes de corriente alterna.

• Aparamenta

UNE-EN 62271-1:2009	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones
	comunes.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE-EN 62271-1/A1:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 60439-5:2007	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5:
	Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (Esta norma dejará de aplicarse el 3 de enero de 2016).
UNE-EN 61439-5:2011	Conjuntos de Aparamenta de baja tensión. Parte 5:
	Conjuntos de Aparamenta para redes de distribución pública.

• Seccionadores

UNE-EN 62271-102:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005 ERR:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN-2271- 102:2005/A1:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN-62271- 102:2005/A2:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

• Interruptores, Contactores e Interruptores Automáticos

UNE-EN 60265-1:1999	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-1 CORR:2005	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
	(Esta norma dejará de aplicarse el 21 de julio de 2014).
UNE-EN 62271-103:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-104:2010	Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60470:2001	Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores.
	(Esta norma dejará de aplicarse el 29 de septiembre de 2014).
UNE-EN 62271-106:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.
UNE-EN 62271-100:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- **Aparamenta bajo envolvente metálica o aislante**

UNE-EN 62271-200:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de noviembre de 2014).
UNE-EN 62271-200:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-201:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-203:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 13 de octubre de 2014).
UNE-EN 62271-203:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
UNE 20324:1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324 ERRATUM:2004	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324/1M:2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1:1999	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

- **Transformadores de potencia**

UNE-EN 60076-1:1998	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/A1:2001	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/A12:2002	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. (Esta norma dejará de aplicarse el 25 de mayo de 2014).

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE-EN 60076-1:2013	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-2:2013	Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
UNE-EN 60076-3:2002	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-3 ERRATUM:2006	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-5:2008	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
UNE-EN 60076-11:2005	Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
UNE-EN 50464-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50464-1:2010/A1:2013	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE 21428-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 21428-1-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.
UNE 21428-1-2:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
UNE-EN 50464-2-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.
UNE-EN 50464-2-2:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE-EN 50464-2-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50464-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.
UNE-EN 50541-1:2012	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 21538-1:2013	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3 150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 21538-3:1997	Transformadores trifásicos tipo seco, para distribución en baja tensión, de 100 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.

- **Centros de Transformación Prefabricados**

UNE-EN 62271-202:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
UNE EN 50532:2011	Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación (CEADS).

- **Transformadores de medida y protecciones**

UNE-EN 50482:2009	Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV.
UNE-EN 60044-1:2000	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. (Esta norma dejará de aplicarse el 23 de octubre de 2015).
UNE-EN 61869-1:2010	Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 61869-2:2013	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE-EN 60044-5:2005	Transformadores de medida. Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-5:2012	Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
UNE-EN 60044-2:1999	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-3:2012	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-3:2004	Transformadores de medida. Parte 3: Transformadores combinados.

- **Pararrayos**

UNE-EN 60099-1:1996	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-1/A1:2001	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN-60099- 4:2005/A2:2010	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN-60099- 4:2005/A1:2007	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

- **Fusibles de Alta Tensión**

UNE-EN 60282-1:2011	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
UNE 21120-2:1998	Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

- **Cables y Accesorios de conexión de cables**

UNE 211605:2013	Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.
-----------------	--

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE-EN 60332-1-2:2005	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE 211002:2012	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.
UNE 21027-9:2007/1C:2009	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, con baja emisión de humos.
UNE-EN 60060-1:2012	Cables no propagadores del incendio. Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE 211006:2010	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
UNE 211620:2012	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.
UNE 211027:2013	Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
UNE 211028:2013	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

5.6.2 ITC-LAT-02

• Generales

UNE-EN 60529:2008	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 60529:2018/A1:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE-EN 60529:2018/A2:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE-EN 60060-1:2012	Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
UNE-EN 60529:2018/A2:2018/AC:2019-02	Grado de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE-EN 50102 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1:1992	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/AI CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-3:2006	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-3 CORR.:2007	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN IEC 60071-1:2020	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN IEC 60071-2:2018	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60270:2002	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60270:2002/A1:2016	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60865-1:2013	Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
UNE-EN 60909-0:2016	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
UNE-EN 60909-3:2011	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

- **Cables y conductores**

UNE 21144-1-1:2012	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE 21144-1-3:2003	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
UNE 21144-2-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/1M:2002	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/2M:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1:2018	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.
UNE 21144-3-2:2000	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE 21144-3-3:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
UNE 21192:1992	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 21192:1992/1M:2009	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 207015:2013	Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas.
UNE 2110031:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) a 3 kV ($U_m = 3,6$ kV).
UNE 211003-2:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 30 kV ($U_m = 36$ kV).
UNE 211003-2:2001/1M:2009	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 30 kV ($U_m = 36$ kV).

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE 211003-3:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211003-3:2001/1M:2009	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211067-1:2017	Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170kV) hasta 400 kV (Um=420 kV). Requisitos y métodos de ensayo.
UNE 211435:2011	Guía para la selección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
UNE 211004/11V1:2007	Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170kV) hasta 500 kV (Um=550 kV). Requisitos y métodos de ensayo.
UNE-EN 50182:2002	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50182:2002/AC:2013	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
UNE-EN 50183:2000	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio silicio.
UNE-EN 50189:2000	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.
UNE-EN 503971:2007	Conductores recubiertos para líneas aéreas y sus accesorios para tensiones nominales a partir de 1 kV c.a. hasta 36 kV c.a. Parte 1: Conductores recubiertos.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60228 CORR.:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN IEC 60794-4: 2018	Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos y subterráneos a lo largo de líneas eléctricas de potencia
UNE-EN 61232:1996	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
UNE-EN 61232/A11:2001	Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
UNE-HD 620- 10E:2012/1M:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-1, 10E-3, 10E-4 y 10E-5).

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE-1-113 620-7-E-1:2007	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 7E-1, 7E-4 y 7E-5).
UNE-HD 620-7-E-2:1996	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 7E- 2).
UNE-HD 620- 9E:2012/1M:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).
UNE-HD 632-3A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 3: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 3A).
UNE-HD 632-5A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 5: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 5A).
UNE-HD 632-6A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 6: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 6A).
UNE-HD 632-8A:1999	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 8: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 8A).

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE 211632-4A:2017	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 4: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).
UNE 211632-6A:2017	Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ($U_m = 42$ kV) hasta 150 kV ($U_m = 170$ kV). Parte 6: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).
UNE 211006:2010	Ensayos previos de puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna
UNE 211620:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9)
UNE 211027:2013	Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV)
UNE 211028:2013	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV)
UNE 211028:2013/1M:2016	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV)
UNE 211028:2013/1M:2016	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV)
UNE-EN 50540:2010	Conductores para líneas aéreas. Conductores de aluminio soportados por acero (acss)
• Accesorios para cables	
UNE 21021:1983	Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
UNE-EN 61442:2005	Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 36 kV ($U_m = 42$ kV)
UNE-EN 61854:1999	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.
UNE-EN 61897:2000	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo "Stockbridge".

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE-EN 61238-1:2006	Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV (Um=42 kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos.
UNE-HD 629-1:1998	Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.
UNE-HD 629-1/A1:2002	Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

- **Apoyos y herrajes**

UNE 21004:1953	Crucetas de madera para líneas eléctricas.
UNE-EN 14229:2011	Madera estructural. Postes de madera para líneas aéreas.
UNE 56416:1988	Protección de maderas. Métodos de tratamiento.
UNE-EN 13991:2004	Derivados de la pirolisis del carbón. Aceites obtenidos de alquitrán de hulla: creosotas. Especificaciones y métodos de ensayo
UNE-EN ISO 10684:2006	Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente (ISO 10684:2004)
UNE 207009:2019	Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión
UNE 207016:2007	Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas.
UNE 207017:2010	Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE 207018:2018	Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución
UNE-EN 60652:2004	Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.
UNE-EN 61284:1999	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.
UNE-EN ISO 1461:2010	Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
UNE 0059:2017	Postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para líneas eléctricas aéreas de distribución y líneas de telefonía.

- **Aparamenta**

UNE 21120-2:1998	Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.
------------------	---

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE-EN 62271-103:2012	Interruptores de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-104:2015	Interruptores de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 52 kV
UNE-EN 60282-1:2011	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
UNE-ENE 60282-1:2011/A1:2015	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
UNE-EN 62271-100:2011/A1:2014	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
UNE-EN 62271-100:2009/A2:2017	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
UNE-EN IEC 62271-102:2021	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

- **Aisladores**

UNE 21009:1989	Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores
UNE 21128:1980	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
UNE 21128/1 M:2000	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
UNE-EN 61109:2010	Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61467:2010	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna de cadenas de aisladores equipadas.
UNE-EN 60305:1998	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.
UNE-EN 60372:2004	Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.
UNE-EN 60383-1:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

UNE-EN 60383-1/A11:2000	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 60383-2:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 60433:1999	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón
UNE-EN 61211:2005	Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.
UNE-EN 61325:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61466-1:2016	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.
UNE-EN 61466-2:1999	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas
UNE-EN 61466-2/A1:2003	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas
UNE-EN 61466-2/A1:2003	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.
UNE-EN 61466-2:1999/A2:2018	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.
UNE-EN 62217:2013	Aisladores poliméricos para uso interior y exterior con una tensión nominal superior a 1000 V. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

- **Pararrayos**

UNE 21087-3:1995	Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.
UNE-EN 60099-1:1996	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-1/A1:2001	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
--------------------------	--	--

UNE-EN 60099-4:2016

Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099-5:2018

Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

6 DATOS Y CRITERIOS DE PARTIDA

6.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO: POLIGONAL

Las coordenadas de la poligonal de la PSFV "ROMANO" se encuentran definidas en el anexo "01. Poligonal y Coordenadas" y están gráficamente representadas en el plano "342214812-3363-030 Plantas Detalle".

6.2 CENTRO GEOMÉTRICO DE LA CENTRAL

Las coordenadas UTM del centro geométrico aproximado de la PSFV "ROMANO" son las siguientes:

COORDENADAS UTM - ETRS89 Huso 30		
Instalación	Coordenada X	Coordenada Y
MGE Fotovoltaico	247.347 m	4.001.659 m

6.3 JUSTIFICACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

Las crecientes necesidades de energía, la mayor preocupación por el medio ambiente, la naturaleza y la calidad de vida, obligan a investigar nuevas fuentes de energía limpias y renovables que contribuyan a una oferta energética sólida, diversificada y eficaz con garantías de abastecimiento y sin connotaciones negativas. La energía proporcionada por el sol resulta ser una vía alternativa a las fuentes convencionales. Se utilizan para este fin las más recientes tecnologías desarrolladas, siempre bajo el criterio de un máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

Esta zona es estimada de interés desde el punto de vista solar ya que el estudio del potencial solar de ésta y las medidas llevadas a cabo así lo garantizan.

6.4 CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de la PSFV "ROMANO" parece constituir un excelente lugar para la explotación comercial de la energía solar ya que:

- La zona está bien orientada con respecto a la trayectoria solar, estos criterios han sido confirmados por software de simulación (PVSyst) que asegura la existencia de una radiación suficientemente buena para la explotación de la planta.
- El acceso al emplazamiento y en el emplazamiento es sencillo y se aprovecha la red de carreteras y caminos existentes en la zona.
- La tipología del terreno permite la instalación de los módulos fotovoltaicos y demás estructuras asociadas a la planta fotovoltaica realizando acondicionados de terreno mínimos. Se ha seleccionado una zona de terrenos con escasa vegetación o cultivo.

- No existen valles u obstáculos similares alrededor que generen sombras sobre la instalación y deriven en pérdidas de energía.
- La zona elegida esta fuera de zonas de protección especial de flora o fauna.
- El emplazamiento seleccionado cuenta con capacidad de evacuación de la energía a la red eléctrica de manera viable económica y técnicamente.

6.5 DESCRIPCIÓN DEL RECURSO SOLAR PRESENTE

Para la planificación de una instalación de aprovechamiento solar, se debe partir de una estimación lo más precisa posible de radiación para el emplazamiento previsto. Un buen pronóstico de ubicación y de rendimiento apoya la decisión del futuro explotador de la instalación.

Se debe tener en cuenta que, para alcanzar la superficie terrestre, la radiación solar emitida debe atravesar la atmosfera, donde experimenta diversos fenómenos de reflexión, absorción y difusión que disminuyen la energía final recibida.

La radiación global incidente sobre una superficie inclinada en la superficie terrestre se puede calcular como la suma de tres componentes: la componente directa, la componente difusa y la componente de albedo (o reflejada).

En este proyecto se ha utilizado la base de datos dada por Meteonorm 8.1, a la cual se tiene acceso desde el software de cálculo PVSyst. En la siguiente tabla se recogen los valores medios mensuales de temperatura ambiente y radiación del emplazamiento elegido:

Mes	GlobHor [kWh/m ²]	T Amb [°C]
Enero	83,3	11,94
Febrero	96,5	12,60
Marzo	136,9	14,72
Abril	168,3	16,45
Mayo	217,1	19,45
Junio	232,5	22,20
Julio	233,9	24,61
Agosto	209,6	24,93
Septiembre	163,3	22,31
Octubre	125,7	19,73
Noviembre	87,0	15,29
Diciembre	75,8	13,21
Anual	1830,0	18,15

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

7 ADECUACIÓN DEL PROYECTO AL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

La Planta Solar Fotovoltaica PSFV "ROMANO" se localiza en el término municipal de Tarifa, provincia de Cádiz. El instrumento vigente de planeamiento urbanístico donde se contemplan las normas específicas aplicables para cada tipo de suelo, es el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Tarifa, aprobado definitivamente en 2001.

A continuación se indica la normativa de aplicación:

Legislación urbanística y territorial

- Ley 7/2021, de 1 de diciembre, de impulso para la sostenibilidad del territorio de Andalucía (en adelante "LISTA").
- Reglamento General de la Ley 7/2021, de 1 de diciembre, de impulso para la sostenibilidad del territorio de Andalucía, aprobado por Decreto 550/2022, de 29 de noviembre (BOJA núm.232, 2 de diciembre de 2022), (en adelante "Reglamento LISTA").

Planeamiento urbanístico y territorial

- Texto Refundido de la Adaptación y Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Tarifa, aceptado por la Comisión Provincial de Ordenación del Territorio y Urbanismo de fecha 18 de octubre de 1995 (BOP Cádiz nº107 de 11 de mayo de 2002), en cumplimiento del acuerdo de la Comisión Provincial de Urbanismo de fecha 27 de julio de 1990, por el que fue aprobado definitivamente. Cuenta con Adaptación Parcial a la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de ordenación urbanística de Andalucía, aprobada por acuerdo del Excmo. Ayuntamiento Pleno en sesión celebrada el 23 de marzo de 2010 (BOP de Cádiz nº205 de 27 de octubre de 2010), (en adelante "PGOU").
- Plan de Ordenación del Territorio del Campo de Gibraltar aprobado por Decreto 370/2011, de 20 de diciembre, de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda (BOJA nº54 de 19 de marzo de 2012), (en adelante "POTCG").

Los terrenos correspondientes al emplazamiento de la PSFV "ROMANO" en el municipio de Tarifa pueden verse representados gráficamente en el plano "342214812-3363-060 Ordenación del suelo". Están clasificados como:

- Suelo No Urbanizable de carácter rural o natural (SNU-CRN)

De acuerdo con los planos "PA.TE-01. Término Municipal. Clasificación del Suelo. Ordenación del Suelo No Urbanizable" y de la Adaptación Parcial del Texto Refundido de la Adaptación y Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Tarifa a la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía, los terrenos propuestos para el desarrollo cuentan con clasificación de:

Suelo No Urbanizable de carácter natural o rural. Con la aprobación y entrada en vigor de la LISTA, queda derogada la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía (LOUA), en aplicación de su disposición derogatoria única – Derogación Normativa, punto 2, apartado b). De conformidad con la disposición transitoria primera de la LISTA –

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Aplicación de la Ley tras su entrada en vigor, apartado a)1ª y el artículo 14, los terrenos en los que se pretende desarrollar la actividad tienen consideración de Suelo Rústico Común.

- De acuerdo a las normas urbanísticas que regulan el PGOU de Tarifa para Suelo No Urbanizable, se consideran usos autorizables, tal y como establece el Título 5, Capítulo 3, las edificaciones e instalaciones de utilidad pública o interés social que hayan de emplazarse en medio rural.

Asimismo, la naturaleza de este proyecto de instalación de utilidad pública le viene reconocida por lo dispuesto en el artículo 54 de la Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

“Se declaran de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica”.

Por lo tanto el Suelo No Urbanizable es compatible con la instalación de la Planta Solar Fotovoltaica PSFV "ROMANO".

Por último, en cuanto a consideraciones de retranqueos y servidumbres a caminos rurales, y aunque no se trate de edificaciones, se ha considerado lo establecido en las normas urbanísticas y ordenanzas del PGOU. Gráficamente se puede consultar en el plano “342214812-3363-070 Regulaciones urbanísticas”. Se han considerado por tanto los siguientes retranqueos:

- De paneles solares y edificios prefabricados a:
 - o Caminos: mínimo 8 metros del eje del camino. (Capítulo 5.3.2)
 - o Linderos: mínimo 8 metros
- De vallado a:
 - o Caminos: mínimo 3 metros del límite del camino o 5 metros del eje.
 - o Linderos: mínimo 3 metros.
- Se garantizará la integración paisajística, incluida la plantación de arbolado en los linderos para evitar el impacto visual.

8 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS

La relación de parcelas afectadas se describe a continuación, mediante las referencias catastrales:

DATOS PARCELA						PLANTA	VIALES		SERVIDUMBRE DE PASO ZANJA				OCUPACION DEFINITIVA	SERVIDUMBRE DE PASO	OCUPACION TEMPORAL
									AFECCIÓN POR ZANJA						
Nº DE ORDEN	REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUP. PARCELA (m²)	TÉRMINO MUNICIPAL	OCUPACIÓN DEFINITIVA	OCUPACIÓN DEFINITIVA (m²)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m²)	LONGITUD (m)	SERVIDUMBRE DE PASO		OCUPACIÓN TEMPORAL	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)
						ÁREA VALLADO (m²)				ZONA DE SERVIDUMBRE (m²)	ZONA DE SEGURIDAD ADICIONAL (m²)				
1	11035A01100017	11	17	648.559,00	Tarifa				1.532,45	919,47	919,47	9.189,29		1.838,94	9.189,29
2	11035A01100028	11	28	119.472,00	Tarifa	70.513,50	129,72	95,25	33,78	24,23	24,22	199,07	70.643,22	48,45	294,32
3	11035A01100050	11	50	10.953,00	Tarifa	9.537,04			3,00	2,70	2,70	18,01	9.537,04	5,40	18,01
4	11035A01109006	11	9006	18.105,00	Tarifa				16,97	10,18	10,18	101,94		20,36	101,94
5	11035A01109018	11	9018	74.063,00	Tarifa		61,15	25,52	14,42	12,98	12,98	85,90	61,15	25,96	111,42
6	6407123TF4060N			2.945,00	Tarifa				66,28	39,77	39,77	353,77		79,54	353,77
TOTALES						80.050,54	190,87	120,77	1.666,90	1.009,33	1.009,32	9.947,98	80.241,41	2.018,65	10.068,75

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

9 DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES Y RUTA DE ACCESO

Las infraestructuras que existen en el área de estudio son las siguientes:

Carretera

- Carretera CA-6203

Línea eléctrica

- Línea aérea de media tensión 20 k V LAMT
- LAAT ATLANTER_LOMAS_VEJER 66kV
- LAAT ATLANTER_TAHIVILL 66kV
- LAAT ATLANTER_FACINAS 66kV

Subestación eléctrica

- SET Atlanterra 66/20 kV

Cursos de agua

- Arroyo del Candalar
- Arroyos sin nombre

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

9.1 RUTA DE ACCESO Y UTILIZACIÓN TEMPORAL DURANTE OBRAS

Las obras, durante la fase de construcción, transitarán por el acceso existente desde la carretera CA 6203 en torno al p.k. 0+000 y a través de la red rural de caminos existentes que parten de la mencionada carretera.

La ruta de acceso se puede ver gráficamente representada en el plano "342214812-336-020 Situación-Emplazamiento".

COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30	PUNTO KILOMÉTRICO	AFECCIÓN
X: 244.674,07 Y: 4.002.582,72	p.k. 0+000	carretera CA 6203 Acceso a PSFV "Romano"

Cabe destacar que el estado actual de dicho acceso, que puede verse en la foto siguiente, es adecuado para el tránsito de los vehículos que se utilizarán tanto en la fase de construcción como en la de explotación de la Planta Solar Fotovoltaica. Por tanto, no se requerirá hacer ninguna obra, adecuación o modificación provisional en el entronque desde la carretera CA 6203.



INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

10 SERVICIOS AFECTADOS

Los organismos que se verían afectados por las instalaciones de la PSFV "ROMANO" y para los cuales se preparan las correspondientes separatas, son:

- Ayuntamiento de Tarifa
- Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. Servicio de Dominio Público Hidráulico
- E-Distribución Redes Digitales Inteligentes S.L.U.

A continuación, se describen en mayor detalle las afecciones a dichos organismos.

10.1 AYUNTAMIENTO DE TARIFA

Las afecciones generadas por la implantación de la PSFV "ROMANO" en el término municipal de Tarifa están pormenorizadas en los siguientes subapartados y en el anexo "07. Relación de Bienes y Derechos Afectados (RBDA).

Se solicita permiso para la ejecución de las instalaciones en el término municipal de Tarifa.

10.2 JUNTA DE ANDALUCÍA. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA, AGUA Y DESARROLLO RURAL. SERVICIO DE GESTIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO DENTRO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA GUADALETE-BARBATE

En las cercanías de la Planta Solar Fotovoltaica existen varios cursos de agua de la Junta de Andalucía. Consejería de agricultura, pesca, agua y desarrollo rural. Servicio de gestión del dominio público hidráulico dentro de la Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate:

- Arroyo del Candalar
- Varios Arroyos sin nombre

Conforme al Real Decreto 849/1986 de 11 de abril, Reglamento del Dominio Público Hidráulico, se tienen en cuenta los siguientes límites aplicados a cauces de agua:

- Constituyen el dominio público hidráulico (DPH):
 - a) Las aguas continentales, tanto las superficiales como las subterráneas renovables con independencia del tiempo de renovación.
 - b) Los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas.
 - c) Los lechos de los lagos y lagunas y los de los embalses superficiales en cauces públicos.
 - d) Los acuíferos subterráneos.
- Zona de servidumbre: cinco metros de anchura para uso público
- Zona de policía: cien metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen

Este trazado puede consultarse en los planos adjuntos.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Se solicita autorización para realizar las siguientes actuaciones:

10.2.1 CRUZAMIENTOS

Las afecciones causadas por los cruces sobre los cursos de agua mencionados se deben a los requisitos de construcción de las infraestructuras de evacuación que conectan la Planta Solar Fotovoltaica con la SET Atlanterra 66/20 kV, así como a los requisitos de construcción de las infraestructuras de baja tensión que se necesitan para el conexionado de los cables de la Planta fotovoltaica.

Se identifican varios cruzamientos con los cursos de agua listados anteriormente. A continuación se identifican los puntos de cruzamiento:

	COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30	AFECCIÓN
Afección 01.01	X: 247.493,3 Y: 4.001.643,2	Arroyo del Candalar Cruzamiento con zanja de baja tensión
Afección 01.02	X: 247.344,7 Y: 4.001.602,8	Arroyo sin nombre I Cruzamiento con zanja de baja tensión
Afección 01.03	X: 247.013,3 Y: 4.001.687,1	Arroyo del Candalar Cruzamiento con zanja de media tensión
Afección 01.04	X: 246.395,9 Y: 4.001.240,6	Arroyo sin nombre II Cruzamiento con zanja de media tensión
Afección 01.05	X: 245.904,9 Y: 4.001.129,5	Arroyo sin nombre II Cruzamiento con zanja de media tensión

10.2.2 ZONA DE POLICÍA

Se afecta a la zona de policía de los cursos de agua mencionados, cercanos a la planta, debido a la construcción de la propia Planta Solar Fotovoltaica. En estas zonas de policía se tienen las siguientes afecciones:

- Vallado perimetral de la planta solar fotovoltaica: alrededor de todo el perímetro del parque se construirá un vallado que se encuentra dentro de la zona de policía de los cauces de agua mencionados.
- Paneles fotovoltaicos: estructuras 1V12, 1V24 y 1V48 se encuentran dentro de la zona de policía del cauce de agua mencionado.
- Zanjas de baja tensión: la zanja necesaria para el conexionado de los cables de la Planta fotovoltaica, se encuentra dentro de la zona de policía del cauce mencionado.
- Camino de acceso: Parte del camino de acceso a la planta fotovoltaica se encuentra dentro de la zona de policía del cauce mencionado.

10.3 E-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES S.L.U

En las cercanías de la Planta Solar Fotovoltaica existen varias líneas eléctricas propiedad de E-Distribución Redes Digitales S.L.U.:

- Línea aérea de media tensión 20 k V LAMT

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- LAAT ATLANTER_LOMAS_VEJER 66kV
- LAAT ATLANTER_TAHIVILL 66kV
- LAAT ATLANTER_FACINAS 66kV

El trazado de dichas líneas eléctricas puede verse en los planos adjuntos.

Se solicita autorización para realizar las siguientes actuaciones:

10.3.1 CRUZAMIENTOS CON LÍNEAS AÉREAS

Las afecciones sobre las mencionadas líneas eléctricas serán debidas a los requisitos de construcción de los viales que dan acceso a la Planta Solar Fotovoltaica, así como a la ejecución del vallado alrededor de la misma.

Se identifican varios cruzamientos con las líneas eléctricas mencionadas. A continuación se identificas los puntos de cruzamiento:

	COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO 30	AFECCIÓN
Afección 02.01	X: 246.887,9 Y: 4.001.841,4	LAMT 20 kV Cruzamiento con vallado
Afección 02.02	X: 246.949,7 Y: 4.001.817,7	LAMT 20 kV Cruzamiento con vial
Afección 02.03	X: 247.327,3 Y: 4.001.675,5	LAMT 20 kV Cruzamiento con vallado

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

11 DATOS REFERIDOS A LA ORDENACIÓN DE LA PLANTA

La superficie total de la poligonal del vallado de la planta es de 8 hectáreas.

En el interior del vallado, se dispondrán viales principales que servirán para comunicar los centros de transformación y el edificio de operación y mantenimiento. A estos viales, se les dotará de las dimensiones y condiciones de trazado necesarias para la circulación de los vehículos de montaje y mantenimiento.

En este proyecto los caminos o viales internos de la planta tendrán una anchura de 4 m y un radio mínimo de 16 m, con una capa de 30 cm de zahorra para mejorar la capacidad portante del pavimento. También se añadirán cunetas de 1 m de anchura y 0,5 m de profundidad para facilitar el drenaje de agua pluvial.

La cimentación de la estructura que soportará los módulos fotovoltaicos consistirá en hincas de acero galvanizado clavadas directamente en el suelo, con una profundidad de entre 1,5 m y 2 m (salvo que futuros estudios geológicos recomienden otra cimentación).

Con objeto de facilitar las labores de construcción, operación y mantenimiento, así como reducir las sombras que causan unos módulos sobre otros y optimizar la producción de los módulos fotovoltaicos, se establece una separación entre ejes de los seguidores (pitch) de 4,5 m, quedando pasillos de 2,37 m entre filas en dirección N-S.

Las zanjas para el cable discurrirán por las orillas de los viales, y/o entre las estructuras fotovoltaicas sin la necesidad de un trazado aparte.

Para considerar todos estos elementos en el diseño de la planta, se han aplicado los siguientes criterios de diseño:

- La distancia entre estructuras, cuando discurre un camino entre ambas, será de 16 m para permitir la ocupación del propio camino, la ocupación de las obras de drenaje, centros de transformación y la ocupación de las canalizaciones eléctricas.
- La distancia de los módulos fotovoltaicos al límite exterior de la planta será como mínimo 5 m para ser ocupados por la valla de seguridad y su puesta a tierra y la instalación de cámaras de vigilancia.
- En el perímetro exterior de la planta se ha previsto la reposición de los viales de acceso que podrían quedar afectados por la construcción de la misma.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

12 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica "ROMANO" se compone de los siguientes módulos o partes:

- Módulo de generación de electricidad fotovoltaico

En los siguientes apartados se van a detallar cada uno de los módulos o bloques indicados.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

13 MODULO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICO

El módulo de generación de electricidad fotovoltaico de la PSFV "ROMANO" tendrá una potencia instalada de 5.500 kW, con una potencia pico total de 6.552 kWp. Para ello se instalarán 8.400 módulos fotovoltaicos bifaciales de 780 Wp de silicio conectados en series de 24 módulos en Estructura fija, con 30º de inclinación y orientación 0º (sur).

Se estima que las horas equivalentes serán 1.783 kWh/kWp, por lo que la energía media generada neta por el módulo de generación de electricidad fotovoltaico sería de 11.684 MWh el primer año. El resumen de características de este módulo de generación es el siguiente:

Instalación	Módulo de generación de electricidad fotovoltaico - PSFV "ROMANO"
Titular	INSTARRENOVA, S.L. C.I.F.: [REDACTED]
Término Municipal	Tarifa (Cádiz)
Coordenadas del centro geométrico	UTM-ETRS89 (huso 30): X: 247.347 m - Y: 4.001.659 m
Tecnología MGE	Solar fotovoltaica
Módulos	Potencia unitaria: 780 Wp
	Nº de módulos: 8.400 ud
	Tipología: bifacial
Potencia total módulos fotovoltaicos	6.552 kWp
Inversores	17 ud HUAWEI SUN2000-330KTL-H1
	323,53 kW(limitado por fabricante según RD 997/2025) o similar
Potencia total inversores	5.500 kW
Estructura	Estructura fija, inclinación 30º, Configuración 1V48 y 1V24, 1V12
Red de media tensión	Tensión: 20 kV
	Nº de circuitos: 1
	Tipo de conductor MT: RHZ1-OL 12/20 kV, Al, 50Hz
Producción 1º año	11.684 MWh

13.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MGE FOTOVOLTAICO

Los principales elementos que conforman la planta fotovoltaica son:

- Módulos fotovoltaicos: equipos que transforman la energía solar en energía eléctrica.
- Estructura solar: elementos de sujeción y soporte de los módulos fotovoltaicos.
- Conexiones: formado por el cableado de BT y MT, cajas de conexión y protección.
- Inversores: equipos encargados de transformar la corriente continua en corriente alterna.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- Centro de Transformación (CT): compuesto por cuadro general de baja tensión, transformador de MT, celdas de media tensión y servicios SS.AA.
- Centro de Maniobra y Control (CMC): compuesto por las celdas de protección y medida en media tensión de la planta fotovoltaica.
- Transmisión de datos: compuesto por sensores y un sistema de adquisición de datos.
- Sistema de monitorización y control de potencia activa.
- Elementos auxiliares: Elementos no indispensables para el funcionamiento de la planta, pero necesarios en todo caso, como viales y obras de drenaje, cerramiento perimetral o sistema de seguridad.

Los módulos fotovoltaicos se encargan de transformar la energía del Sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar que incide sobre ellos. Éstos se conectan eléctricamente entre sí formando cadenas o "strings" configurados según los rangos de funcionamiento de los inversores.

En este proyecto se han diseñado agrupaciones de 24 módulos por string. Estos strings se conectarán directamente a los inversores distribuidos por el campo fotovoltaico, reduciendo así el cableado CC.

En la siguiente tabla se muestra que el valor de tensión de circuito abierto en el módulo fotovoltaico para la suma total de tensión de 24 módulos en serie no supera los 1.500V de tensión máxima admitida a la entrada del inversor.

Voc max (según IEC 60364-7-712)	
K _u	1,0506
V _{oc} máx. módulo	61,90 V
Nº módulos por string	24
V _{oc} máx. string	1485,63 V

El detalle de todos los cálculos justificativos de esta configuración se recoge en el anexo "02. Cálculos Eléctricos".

La estructura solar sobre la que se instalan los módulos fotovoltaicos será Estructura fija y orientación sur (azimut de 0°). La separación prevista entre ejes de estructuras será de 4,5 m y sobre ellas se colocarán strings en función de la implantación. La configuración del seguidor será de 1V con 48,24 ó 12 módulos (coincidiendo con agrupaciones completas de strings de 24 módulos en serie).

Los inversores, mediante el uso de tecnología de potencia, convierten la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna a la misma frecuencia que la red eléctrica.

Éstos, distribuidos por la planta, se conectarán al Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación (CT) y de éste al transformador de aceite, para elevar la tensión del sistema desde la tensión de salida de los inversores en Baja Tensión (BT) a 800 V, a la tensión de la red interna de Media Tensión (MT) a 20 kV.

La salida de MT del transformador se conectará con las celdas de protección de MT del CT, y ahí, por medio de una red subterránea, se conectarán al Centro de Maniobra y Control (CMC).

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Desde allí se partirá con un circuito subterráneo en 20 kV hasta la subestación Atlanterra 66/20 kV, donde se elevará la tensión a la de transporte o distribución.

Las protecciones del sistema irán conforme al Real Decreto 1699/2011 y 1955/2000 así como a las normas particulares de Red Eléctrica de España. El cableado y los elementos de protección serán conformes al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (e Instrucciones Complementarias) y a las especificaciones de Red Eléctrica de España.

Se prevé que exista un sistema de monitorización para registro de datos de funcionamiento de la instalación con el objetivo de facilitar la explotación de la planta.

13.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA POR CT

La siguiente tabla recoge la configuración detallada de cada Centro de Transformación que contiene la planta fotovoltaica:

	Pot. Transformador	Número Inversores	Potencia Inversores	Número Strings	Número Módulos	Potencia pico
CT01	6.000kVA	17	5.500 kW	350 strings de 24 módulos	8.400	6.552 kWp
TOTAL	6.000kVA	17	5.500 kW	350 strings de 24 módulos	8.400	6.552 kWp

13.3 GENERACIÓN DE ENERGÍA DE LA PLANTA

Teniendo en cuenta los datos meteorológicos definidos anteriormente y las pérdidas de rendimiento del sistema detalladas en el anexo "02. Cálculos Eléctricos", se utiliza el software de cálculo PVSyst para calcular la energía generada por la Planta Solar Fotovoltaica.

Las siguientes tablas recogen los valores mensuales y anuales de energía generada, PR y horas equivalentes obtenidos en la simulación:

Mes	Energía generada [MWh]	PR
Enero	721	83,36%
Febrero	766	87,1%
Marzo	943	87,3%
Abril	1015	86,8%
Mayo	1195	86,4%
Junio	1219	86,1%
Julio	1238	85,1%
Agosto	1204	84,6%
Septiembre	1050	84,4%
Octubre	930	85,7%
Noviembre	727	83,6%
Diciembre	668	81,2%

Datos anuales de la planta	
Energía generada	11.684 MWh
PR del sistema	85,4 %
Horas equivalentes	1.783

13.4 EQUIPOS PRINCIPALES

13.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos empleados en este proyecto son de la marca AIKO SOLAR modelo AIKO-A-780-GRH78Dw de 780 Wp y sus características principales (podrán variar según la disponibilidad del mercado) se muestra a continuación:

Características del módulo fotovoltaico AIKO SOLAR AIKO-A-780-GRH78Dw	
Tipología	bifacial
Potencia	780Wp
Eficiencia	24,3 %
Tensión de circuito abierto V_{oc}	58,92 V
Corriente de cortocircuito I_{sc}	16,78 A
Corriente punto de máxima potencia V_{mpp}	48,97 V
Corriente punto de máxima potencia I_{mpp}	15,93 A
Longitud	2465 mm
Anchura	1303 mm
Coef. Temp. Tensión de circuito abierto	-0,220 %/°C
Coef. Temp. Corriente de cortocircuito	+0,05 %/°C
Coef. Temp. De potencia	-0,260 %/°C
* En el anexo "04. Ficha Técnica de Módulos FV" se adjunta la ficha técnica completa	

La elección de esta potencia va ligada a las demandas y ofertas del mercado respecto a las potencias y capacidades de fabricación de los proveedores, por lo que dicha potencia podrá verse modificada durante la fase de construcción en función de la disposición del mercado.

Estos módulos se caracterizan por su elaboración y componentes de calidad. Contarán con células monocristalinas de silicio que permiten un excelente rendimiento, incluso con poca radiación solar. Las células solares estarán encapsuladas en EVA (Acetato de Etileno-Vinilo) resistente a la radiación ultravioleta.

El marco será de una aleación de aluminio anticorrosivo y a prueba de torsión, de forma que los módulos sean estables y puedan ser montados en diversas posiciones. La cubierta de los módulos estará hecha de vidrio solar templado de alta transmisividad. Este vidrio garantiza, por una parte, una alta transparencia y, por otra, protege las células solares de agentes atmosféricos como granizo, nieve y hielo.

En la parte trasera se encuentra la caja de conexión con dos latiguillos de cable solar de 4 mm² de longitud mínima 1,2 m y conectores compatibles con conectores MC4 para realizar las conexiones entre módulos fotovoltaicos.

En lo referente a la potencia unitaria escogida, se ha intentado escoger una potencia dentro del mercado que sea suficientemente elevada para disminuir lo máximo posible el número de elementos como son soportes, conexiones, etc. Además, se ha tenido en cuenta la capacidad de suministro de acuerdo a las exigencias del cliente.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Los módulos vendrán de fábrica previamente clasificados por intensidad y se distribuirán en planta de tal modo que los de un mismo grupo se instalarán en una misma serie con el fin de no perjudicar la intensidad de la propia serie.

La recepción de los módulos deberá ser acompañada de su correspondiente Flash Report, de manera que se instalarán siguiendo la numeración y las características indicadas en él.

Con el objetivo de tener identificados los módulos de cada campo solar, se registrarán todos los módulos mediante pistola de código de barras.

Para la selección e instalación de los módulos fotovoltaicos se debe cumplir además con las recomendaciones del PCT-IDAE:

- Los módulos fotovoltaicos incorporarán el marcado CE, según Directiva 2016/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, deberán satisfacer las siguientes normas:
- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente. Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

- El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- La estructura del generador se conectará a tierra.
- Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

13.4.2 ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos está diseñada para sujetar y soportar las cargas propias de los módulos, así como cargas externas atmosféricas (nieve y viento), con la orientación deseada.

En este proyecto se ha escogido una estructura soporte tipo fija, con inclinación 30°, orientada hacia el sur (0° de azimut) y con tres configuraciones:

- 1 string de 24 módulos montados en disposición vertical, uniendo 2 estructuras seguidas de 12 módulos cada una (1V12)
- 1 string de 24 módulos montados en disposición vertical (1V24)
- 2 strings de 24 módulos montados en disposición vertical (1V48)

Su diseño facilita el montaje, mantenimiento, desmantelamiento y sustitución de módulos fotovoltaicos. Los materiales que constituyen del sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos disminuyen las dilataciones térmicas de manera que evitan la transmisión de cargas a la estructura.

En cuanto a la configuración específica de la PSFV "Romano", esta cuenta con un total de 139 estructuras en configuración 1V48, 58 estructuras en configuración 1V24 y 28 estructuras en configuración 1V12.

El suministro, construcción y montaje de las estructuras de la planta y su fijación al terreno mediante hincado directo quedará definido en la fase de construcción por el propio fabricante. En los casos particulares en que el terreno dé rechazo al hincado, se emplearán alternativas como el pretaladro. La estructura soporte será diseñada de acuerdo a los coeficientes de seguridad y de combinación de hipótesis indicadas en la normativa local e internacional (predominando la primera) y deberán cumplir las especificaciones técnicas que a continuación se exponen:

- Los módulos se instalarán en estructuras que soportarán 1 fila de módulos fotovoltaicos en posición vertical (1V) y llevarán 48, 24 o 12 módulos por fila. La distancia entre estructuras (pitch) será de 4,5 m de eje a eje de estructura.
- Acero galvanizado en caliente con un espesor de galvanizado ajustado a las normas ISO correspondientes que asegure una vida útil mínima de 35 años.
- La tornillería o materiales de fijación (pernos, tornillos, tuercas, arandelas, anclajes etc.) deberán estar galvanizados, asegurando una protección adecuada contra la corrosión durante la vida útil de la planta fotovoltaica.
- El material de la estructura de soporte debe resistir la exposición a temperaturas ambiente comprendidas entre -20°C y 55°C.
- Cumplirán todas las especificaciones de las normas locales, incluido el CTE. La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- Se considerará una fijación mediante hincado directo del pilar, la profundidad de estas soluciones y su posibilidad dependerá de los resultados obtenidos en las pruebas a realizar por el fabricante del seguidor seleccionado.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- En general el terreno en que se ubicará el proyecto fotovoltaico apenas tiene pendiente, aun así, se garantizará que cada mesa se instale con una inclinación menor a la máxima permitida por la ficha técnica del fabricante y de forma que se permita la posición de ángulo máximo del seguidor.

Se cumplirán además las siguientes recomendaciones establecidas en el PCT-IDAE:

- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Al ser mesas solares estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

13.4.3 INVERSOR

Los inversores son los encargados de convertir la tensión de entrada de corriente continua proveniente del campo fotovoltaico a una tensión simétrica de salida de corriente alterna con la magnitud y frecuencia necesaria para conectarlos a los transformadores internos de los centros de transformación.

En este proyecto se han elegido inversores multistring de la marca HUAWEI modelo SUN2000-330KTL-H1, pudiendo variar la marca, modelo y potencia de los inversores en función de la disponibilidad del mercado. Los inversores se distribuirán por la Planta Fotovoltaica.

A continuación, un extracto de las características principales:

Características del inversor fotovoltaico HUAWEI SUN2000-330KTL-H1	
Máxima Potencia activa	323,53 kW (limitado por fabricante según RD 997/2025)
Eficiencia máxima	99%
Tensión mínima MPPT	500 V
Tensión máxima MPPT	1500 V
Tensión máxima del sistema	1500 V

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	 INGENIERIA Y PROYECTOS
-------------------	--	--

Características del inversor fotovoltaico HUAWEI SUN2000-330KTL-H1	
Corriente máxima por MPPT	65 A
Corriente máxima de cortocircuito por MPPT	115 A
Número de MPPTs	6
Número de entradas por MPPT	4/5/5/4/5/5
Tensión nominal CA	800 V
Corriente nominal CA	238,2 A
<i>* En el anexo "05. Ficha Técnica Inversores" se adjunta la ficha técnica completa</i>	

El inversor funciona como una fuente de corriente, es auto conmutado, realiza seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador y no funciona en modo aislado. Además, cumple con las directivas de Seguridad eléctrica y Compatibilidad Electromagnética certificadas por el fabricante incorporando protecciones frente a cortocircuitos en alterna, tensión de red fuera de rango, frecuencia de red fuera de rango, sobretensiones, perturbaciones presentes en la red.

La operación de los inversores se realiza de manera automática. El inversor vigila continuamente tanto la tensión y corriente del generador fotovoltaico como el estado de la red de corriente alterna. Cuando los módulos fotovoltaicos alcanzan los rangos de funcionamiento del inversor, se sincroniza con la red y comienza a inyectar corriente.

Los inversores fotovoltaicos tienen una potencia de entrada variable que les permite extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico es capaz de generar. Este mecanismo de extracción de la máxima potencia del campo fotovoltaico está implementado en el llamado sistema de búsqueda del punto de máxima potencia (MPPT). La calidad del algoritmo de búsqueda del punto de máxima potencia es determinante a la hora de evaluar la calidad de un inversor fotovoltaico. Cuando la radiación solar que incide sobre los módulos fotovoltaicos no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar.

Además del caso en que los módulos fotovoltaicos 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: el inversor dispone de un sistema de refrigeración forzada con ventilador.

Los inversores pueden entregar potencia reactiva capacitiva e inductiva, según requerimientos de red, contribuyendo a la estabilidad de tensión y frecuencia de la red además de reaccionar

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

ante huecos de tensión de red según exigencias de la compañía eléctrica. Este asunto se detalla en el apartado 18 de la presente memoria.

Se deberá asegurar que los inversores están preparados para trabajar en ambientes como el del emplazamiento seleccionado.

13.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En la planta solar fotovoltaica se encontrarán los siguientes tipos de cableados:

- Cableado CC de strings de módulos a inversores
- Cableado CA BT de inversores a Transformador
- Cableado CA MT de Transformador a Celdas MT, interconexión entre CTs y hasta Subestación.

13.5.1 CABLEADO CC DE STRINGS

Los módulos vendrán unidos por sus propios cables, salvo el primer y último módulo del string, cuyo positivo y negativo se llevarán hasta el inversor. Para dicha conexión se utilizará cable solar unipolar de cobre electrolítico estañado tipo H1Z2Z2-K.

Este cable solar tendrá las siguientes características:

- No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- Tensión 1,5kV/1,5kV CC y 1kV/1kV AC según norma EN 50618
- Sección 10 mm²
- Clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228
- Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
- Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
- Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Reacción al fuego CPR, Eca según la norma EN 50575
- Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2
- Resistencia a los rayos ultravioleta: ISO 4892
- De doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con las normas UNE 21123 y EN 50618.

Se deberán respetar las siguientes recomendaciones de instalación:

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Los cables de string irán fijados siempre que sea posible a la estructura o a un cable fiador. Si se tienen que llevar por zanja, se deberán llevar bajo tubo.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- No se permitirá la realización de empalmes.
- Previo a la puesta en marcha, todos los cables deberán ser megados y pasar los ensayos de rigidez dieléctrica de cubierta y aislamiento.
- El cableado de CC hasta el inversor no deberá superar un valor promedio del 1,5%.

13.5.2 CABLEADO CA DE BAJA TENSIÓN

Desde los inversores hasta los centros de transformación se utilizará cable unipolar de aluminio RV-K 1,8/3 kV CC (1/1kV CA).

Todo el cableado que se instale deberá cumplir reglamentación y se dimensionará bajo el criterio de minimización de pérdidas.

Las características de estos cables serán:

- Tensión de aislamiento 1,8/3 kV
- Sección 400 mm²
- Aislamiento XLPE
- Cubierta PVC 90°C
- Rango de trabajo: -40°C a +90°C
- Temperatura máxima de cortocircuito 250 ° C
- Según normas IEC 60502-1
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia UV según EN 50618 (si procede)
- Reducida emisión de halógenos
- Comportamiento frente al fuego según:
 - o No propagación de la llama según EN 60332-1
 - o Baja emisión de humos, según EN 61034
 - o Cumplimiento de CPR de reacción al fuego según norma EN 50575

Se deberán respetar las siguientes recomendaciones de instalación:

- El tendido del cableado se realizará por zanjas directamente enterrado.
- El cableado de BT que discurra en intemperie deberá ser de calidad solar, deberá soportar la exposición a radiación solar directa, trabajar de forma continua a 120°C y contar con un aval de durabilidad por un periodo de, al menos, 35 años, y cumplir norma EN 50618.
- El tendido del cableado se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas, no dándose a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo.
- El trazado será lo más rectilíneo posible. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas UNE).
- No se permitirá la realización de empalmes.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- Previo a la puesta en marcha, todos los cables deberán ser megados y pasar los ensayos de rigidez dieléctrica de cubierta y aislamiento.
- El cableado de CC hasta el inversor no deberá superar un valor máximo del 1,5% (desde strings hasta inversor).
- El cableado de CA hasta el transformador no deberá superar un valor máximo del 1,5%.

13.5.3 CABLEADO CA MEDIA TENSIÓN

En este apartado se detallan las características del circuito que conforma la red de media tensión. Éste discurrirá de manera subterránea por el lateral de los caminos o entre filas de estructura, enlazando Centro de Transformación, Centro de Maniobra y Control y Subestación o punto de interconexión.

Concretamente, la red de media tensión estará compuesta por:

- 1 circuito eléctrico subterráneo en 20 kV que une el centro de transformación de la planta PSFV "ROMANO" y el Centro de Maniobra y Control con la celda correspondiente de Media Tensión ubicada en el parque interior de 20 kV de la Subestación Atlanterra 66/20 kV. Dicho recorrido puede observarse en los planos adjuntos al presente proyecto.
- A continuación, se presenta la forma de interconexión de los diferentes componentes que forman la Planta Solar Fotovoltaica:

Circuito	Interconexión
Circuito 1	CT1-CMC: 459 m CMC-SET: 1.961 m

Características de la red de media tensión

El cable de potencia debe ser capaz de estar en servicio y soportar las variaciones en tensión y frecuencia de la red de media tensión de acuerdo a lo establecido en la normativa nacional e internacional vigente.

Las características principales de la red de media tensión serán las siguientes:

Tensión nominal (Vn)	Tensión más elevada	Características mínimas del cable y accesorios	
20 kV	24 kV	U ₀ /U (kV)	U _p (kV)
		12/20	125

Donde:

- U₀: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- U: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- U_p: Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Características del cableado de media tensión

- Material del conductor Aluminio semirrígido, clase 2 según IEC 60228
- Secciones utilizadas 150mm²
- Tensión de aislamiento 12/20 kV
- Aislamiento XLPE (90°C)
- Pantalla 16mm²
- Cubierta Poliolefina termoplástica de color rojo
- Rango de trabajo -40°C a +105°C
- Temperatura máxima de cortocircuito 250 ° C
- Según norma IBERDROLA NI 56.43.01
- Resistencia a la abrasión y al desgarro
- Libre de halógenos según EN 60754
- Comportamiento frente al fuego según:
 - o IEC 60754
 - o Cumplimiento de CPR de reacción al fuego según norma EN 50575
- Cumplirán con los requisitos correspondientes a las normas UNE, todos los requisitos del Reglamento de líneas alta tensión, así como los impuestos por la compañía eléctrica.
- Donde sea requerido por compañía eléctrica o normativa autonómica los cables aislados cumplirán con grado de seguridad normal (S) o grado de alta seguridad (AS)

Tendido e instalación del cableado de media tensión

En el tendido del cable se deberán cumplir los puntos siguientes:

- Podrán ser instalados en bandejas, conductos y equipos. El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas. El trazado será lo más rectilíneo posible. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas UNE).
- Todos los cables previamente a la puesta en marcha deberán ser megados y pasar los ensayos de rigidez dieléctrica de cubierta y aislamiento.
- El cableado de MT hasta la Subestación no deberá superar un valor promedio del 2%.

Empalmes MT

Se llevarán a cabo los empalmes unipolares necesarios los cuales deberán de ser definidos como consecuencia de las longitudes del recorrido respecto a las longitudes de las bobinas de cable para el transporte.

Dichos empalmes serán definidos como empalmes termorretráctiles y se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Tal y como se ha indicado, cuando la longitud de la línea subterránea obligue a empalmar conductores subterráneos, estos se conectarán por medio de empalmes compuestos

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

por un cuerpo premodelado que se instala encima de los dos extremos de cable para asegurar la continuidad del aislamiento principal. Con carácter general el control de gradiente de campo y la reconstitución del aislamiento, pantallas y cubiertas se realizarán de acuerdo en la técnica de fabricación correspondiente al diseño. El cuerpo aislante con deflectores semiconductores estará siempre ensayado antes de su suministro.

El manguito de unión cumplirá con la norma UNE 21021, efectuándose el engastado de las piezas metálicas mediante compresión por punzonado profundo escalonado o compresión circular hexagonal.

Los empalmes se realizarán en función de los conductores y las pantallas se conectarán entre sí en el interior del empalme. En estos empalmes las pantallas se conectan a través de un cable concéntrico y una caja de puesta a tierra.

Los empalmes a efectuar a lo largo del recorrido, serán unipolares, siendo no aceptada la tecnología de instalación contráctil por calor, sin embargo, el tipo de presentación será monobloc o integral, según lo indicado en UNE 211027 capítulo 5, cumpliendo características indicadas en el capítulo 7 de la citada norma y además:

Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable, tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando cavidades de aire.

El manguito metálico de empalme, que se incluirá en el suministro, será de tecnología por apriete mecánico según UNE 211024 no admitiéndose que incorporen piezas sueltas de adaptación a las diferentes secciones del conductor a utilizar si no son extraíbles con movimiento voluntario.

El empalme estará contenido en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

Se proporcionará una certificación para cada empalme que incluya como mínimo la siguiente información:

- Tipo de empalme
- Prueba de resistencia de aislamiento (pantalla a tierra y conductor a pantalla) antes de la unión.
- Kit utilizado incluyendo el número de serie.
- Herramienta de decapado utilizada incluyendo el número de serie.
- Área de la sección transversal del conductor.
- Prueba de resistencia de aislamiento (pantalla a tierra y conductor a pantalla) después de la unión.
- Instrucciones del fabricante del kit de unión.
- Empalmador.
- Fecha de finalización.

Terminales MT

Se llevarán a cabo la realización de terminales tipo interior a conectar a las celdas de media tensión correspondiente en ambos extremos de la línea subterránea.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Los conectores para los cables de potencia serán compatibles con el modelo de celda y las características de los pasatapas que incorporan.

Los conectores también vendrán definidos en función de las características y secciones de los cables de potencia que vayan a ser conectados en dichas celdas.

Deberán ser capaces de conducir en forma permanente la intensidad nominal para la que han sido diseñados. Estarán diseñados para soportar cortocircuitos con los valores de intensidad térmica y dinámica, simultáneamente a la aplicación de los máximos esfuerzos sobre ellos, siendo en todo momento capaces de permanecer estables.

Algunas de las características que deben de cumplir serán las siguientes:

- No precisa de herramientas especiales, encintados adicionales ni rellenos.
- Debe poder instalarse en cualquier posición.
- Deben permitir no ser necesario conservar las distancias mínimas entre fases.
- Podrá darse tensión inmediatamente después de su ejecución.
- Conectables a pasatapas según EN-50181.
- Servicio en interior.
- El conector deberá de estar completamente apantallado
- Aptos para una intensidad nominal de 1250 A.
- Maniobrables sin tensión.
- Aptos para cables de aislamiento seco XLPE ó HEPR.
- Debe permitir la conexión de las pantallas de cable mediante semiconductora extrusionada o encintada y metálica de hilos o cintas.

13.5.4 CABLES DE COMUNICACIONES

Los cables de transmisión de datos deberán resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV si no están protegidos con tubo y cualquier otra inclemencia medioambiental.

- En el caso de comunicaciones por fibra óptica se utilizará fibra óptica monomodo 9/125.
- Todos los cables de comunicación irán protegidos bajo tubo de PVC
- La FO monomodo podrá ir sin entubar siempre y cuando la cubierta del cable esté preparada para ello.
- Paralelamente por la misma zanja de las líneas citadas de MT, se instalará una red de comunicaciones que utilizará como soporte un cable de fibra óptica y que se empleará para la monitorización y control de la Planta Solar Fotovoltaica.

13.5.5 CUADROS ELÉCTRICOS

Los cuadros serán verificados, probados y ensayados según la normativa vigente. Se entregarán con su correspondiente protocolo de ensayos, verificación y pruebas y su correspondiente juego de planos desarrollados.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Se entregará declaración de conformidad certificado IP, de tensión de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Deberán marcarse los componentes del cuadro, así como sus cables según lo especificado en los planos desarrollados. Respecto a éstos se respetarán los colores prescritos en la normativa.

Características de los armarios de cuadros de BT:

- Para instalaciones exteriores en material poliéster y en interiores en chapa.
- Serán auto-extinguibles.
- Las cajas de intemperie cumplirán con IP65, mientras que las de interior tendrán un mínimo de IP20.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos IK10.
- Resistentes a la temperatura: -40°C y 100 horas a + 50°C.
- Entrada y salida de cables por la parte inferior por medio de prensaestopas. Estos serán de distintos diámetros ubicados en la parte inferior de las cajas con un IP68.
- El embarrado general de los cuadros se realizará mediante pletina de cobre de características y dimensiones adecuadas a su diseño.
- Apertura por medio de puerta abatible con llave.
- Se realizarán los ensayos relativos a los riesgos del fuego.
- En caso de cierre con tornillos estos deberán ser imperdibles.
- No presentarán agujeros o prensaestopas sin sellar, para impedir la entrada de agua y así no perder la estanqueidad.
- Todos los armarios dispondrán de una barra de conexión a tierra.
- Las bornas que se empleen en la parte CC serán capaces de soportar una tensión de al menos 1.500 Vcc.
- Se dispondrán las protecciones necesarias para proteger toda la instalación y sus componentes (cables, estructuras, módulos, inversores, motores, etc) de contactos directos, indirectos, sobre tensiones, sobre intensidades, fallo de aislamiento.
- Todas las partes accesibles serán protegidas contra el contacto directo mediante planchas de material aislante tipo metacrilato y deberán ir señalizadas con la pegatina de riesgo eléctrico.

13.5.6 EQUIPOS DE PROTECCIÓN EN BT

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente, según Real Decreto 1699/2011 y Real Decreto 1955/2000, así como con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluyendo lo siguiente:

Interruptor general de apertura manual en el punto de conexión, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora.

Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte de continua de la instalación.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Este interruptor dispondrá de los relés de protección siguientes:

- Protección de mínima tensión, uno por fase, ajustados a $0,85U_m$ en instantáneo. Puede estar incorporado en el inversor
- Protección de máxima tensión, ajustado a $1,1U_m$. Puede estar incorporado en el inversor.
- Un relé de máxima y mínima frecuencia, ajustado a 51 Hz y 49 Hz. Puede estar incorporado en el inversor.

Las instalaciones fotovoltaicas deberán cumplir en todo momento el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002 de 2 de agosto, este RD tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y las garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas de B.T., con la finalidad de:

Preservar la seguridad de las personas y los bienes.

Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.

Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

Al tratarse de una instalación a la intemperie, se debe tener en cuenta la ITC-BT-30 en su apartado 2: Instalaciones en locales mojados, dado que en ella se indica que se consideran como locales mojados las instalaciones a la intemperie, con lo que resulta preceptivo tener en cuenta las indicaciones de la citada ITC.

En el resto de las instrucciones complementarias del REBT también se encuentran otros apartados que resultan de aplicación para la instalación proyectada, se citan a continuación las ITC más significativas que definen las medidas de seguridad que se deben cumplir:

ITC-BT-08 Sistemas de conexiones del neutro y de las redes de distribución de energía eléctrica.

ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra.

ITC-BT-22 Protección contra sobre intensidades.

ITC-BT-23 Protección contra sobretensiones.

ITC-BT-24 Protección contra los contactos directos e indirectos.

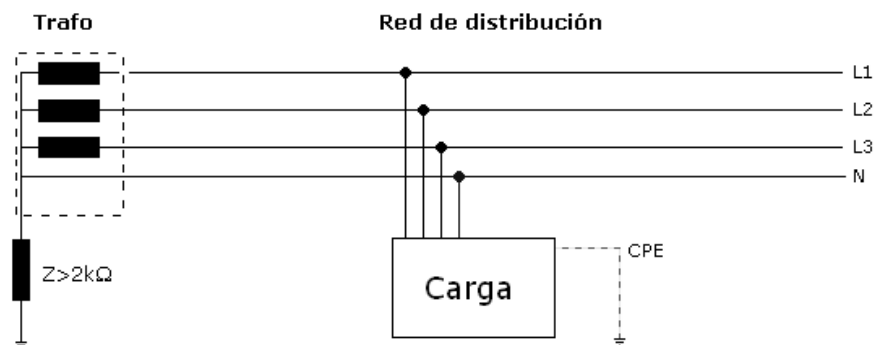
En el plano "342214812-3363-500 Esquema unifilar de baja tensión" se muestran todos los elementos que componen la instalación de BT tanto en continua como en alterna.

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobre intensidades, así como de las especificaciones de la apareamiento encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado. Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de evacuación, por un lado y de las masas de la instalación generadora, por otro.

El esquema seleccionado es un esquema IT (ver figura correspondiente), es decir, no hay ningún punto de la evacuación conectado directamente a tierra y las masas de la instalación de generación están puestas directamente a tierra.

Evacuación

Generación



En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien por la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la evacuación (generalmente el neutro) y tierra.

Por ello, en estas redes se permite tener una falta monofásica a tierra sin disparo de las protecciones. Pero es reglamentario disponer de relés detectores de falta a tierra (relés de aislamiento) que avisen de la existencia de una falta a tierra para su rápida detección y eliminación.

Protección contra contactos directos

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Siguiendo las indicaciones de la REBT-BT-24, que indica los medios que se pueden emplear y que están definidos en la Norma UNE 20.460-4-41, se opta por:

Protección por aislamiento de las partes activas, las partes activas estarán recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Respecto a los módulos fotovoltaicos, cumplirán con las normas eléctricas y de calidad IEC 61215 y UNE-EN 61.730, serán de clase II de protección, es decir, disponen de un aislamiento doble o reforzado lo que permite utilizarlos sin medios de protección por puesta a tierra.

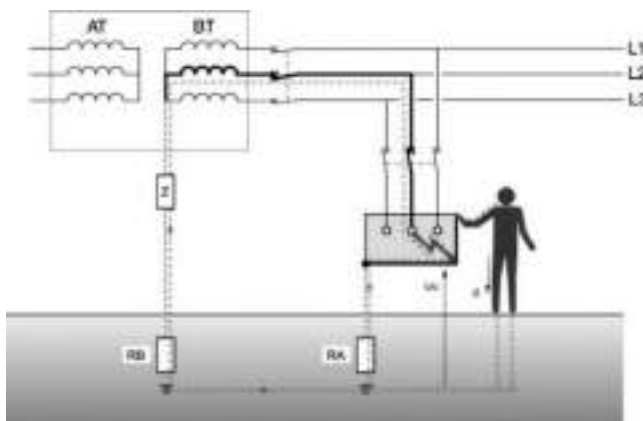
Protección por medio de barreras o envolventes, las partes activas estarán situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IPXXB, según UNE 20.324.

Las partes activas en la instalación serán los componentes de las cajas de agrupación y protección concentradoras, que se situarán sobre las estructuras o próximos a ellas. Para cumplir con lo antes indicado se instalarán únicamente en cajas acordes a la Norma UNE-EN 60.439-1 y que tengan un grado de protección IP65 e IK08 según EN 60.259. La distribución y forma en que estarán interconectadas las Cajas concentradoras que se utilizarán en la instalación se muestra en el plano "342214812-3363-500 Esquema unifilar de baja tensión".

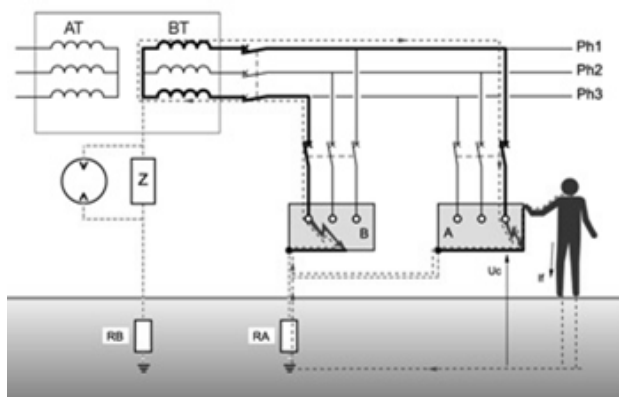
Protección contra contactos indirectos

Al tratarse de un esquema IT, en caso de que exista un solo defecto a masa o tierra, la corriente de fallo es de poca intensidad y no es imperativo el corte. Sin embargo, tal y como indica el REBT-BT-24 se tomarán medidas para evitar cualquier peligro en caso de aparición de dos fallos simultáneos, las medidas en cuestión serán:

Controladores permanentes de aislamiento situados en el inversor para la entrada de corriente continua y en el cuadro de protección de entrada al transformador para la salida de corriente alterna, estos controladores de aislamiento activarán una señal acústica o visual en caso de un primer defecto fase-tierra que avise de la existencia de la falta para su rápida detección y eliminación, dando orden de apertura en caso de un segundo defecto. La continuidad de la explotación ante un primer defecto a tierra se produce ya que al no existir bucle de defecto (circuito cerrado) no se produce intensidad de defecto y por consiguiente no hay disparo de los aparatos de corte por intensidad de defecto, por lo que la instalación puede seguir funcionando con normalidad.



Dispositivos de protección de máxima corriente. En caso de que después de un primer defecto fase-tierra se produzca un segundo, se produce entonces un cortocircuito que provoca la intervención de los dispositivos de corte y desconexión automática.



INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Protecciones en corriente continua.

Para asegurar la imposibilidad de accidentes por contactos indirectos en la parte de continua de la instalación, se deberá considerar:

- Se utilizarán inversores con detección de fallos de aislamiento.
- Se realizará una separación física de los elementos susceptibles de estar en tensión de la parte de continua y se separarán los positivos y negativos de la instalación a fin de evitar un contacto simultáneo accidental de alguna persona con ambos polos. Todos los componentes de la parte de corriente continua (módulos, cableado, cajas de conexión, etc) serán de aislamiento clase II.
- Se instalarán fusibles en los polos positivo y negativo de cada rama de módulos fotovoltaicos conectados en serie de calibre según I_{cc} del módulo elegido, para que, en caso de que se produjese alguna anomalía que implicase el paso de una corriente muy superior a lo normal por un string, el fusible protegiera esa parte de la instalación.
- Sobre el generador fotovoltaico se pueden generar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, se protegerá la entrada de corriente continua del inversor mediante dispositivos de protección clase II (integrado en el inversor y las cajas de nivel) y a través de varistores de vigilancia térmica.

Protección contra sobre intensidad

El REBT en su ITC-BT-22 exige que todo circuito se encuentre protegido contra los defectos de las sobre intensidades que puedan presentarse en el mismo. Se debe realizar la protección contra sobrecargas, para ello, los fusibles o interruptores automáticos instalados deberán garantizar el corte del circuito a una intensidad menor que la intensidad máxima admisible en los conductores.

Protección contra sobretensiones

La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

La coordinación del aislamiento de los equipos.

Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y ubicación.

La existencia de una adecuada red de tierras.

Las Cajas de agrupación y protección dispondrán de un descargador de sobretensiones tipo II, que se corresponde con un nivel de protección de sobretensión de 4 kV, y que deriva a tierra cuando $U > 1.500 \text{ V}$, su necesidad deriva de las sobretensiones que se producen en caso de un defecto a tierra.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

13.6 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Los Centros de Transformación (CT) de media tensión tienen la misión de elevar la tensión del sistema desde la tensión de salida de los inversores en Baja Tensión (BT) a 800 V, a la tensión de la red interna de Media Tensión (MT) a 20 kV.

El Centro de Transformación de la Planta Solar Fotovoltaica se unirá a través de un circuito subterráneo de MT con el Centro de Maniobra y Control (CMC) para volver a salir con un circuito subterráneo de MT que llegará a la subestación Atlanterra 66/20 kV. La tensión de salida del Centro de Transformación será de 20 kV y la frecuencia de 50Hz. En la subestación Atlanterra 66/20 kV se procederá a la elevación de la tensión a la tensión de transporte o distribución.

Estará formado por el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT), el transformador y las celdas de Media Tensión.

Los equipos estarán distribuidos en una losa de manera que las puertas de acceso estén lo más cerca posible al vial para facilitar las labores de operación y mantenimiento.

En esta misma losa se instalarán:

- Cuadro de protecciones de corriente alterna en BT con equipo de medida
- Transformador de Potencia refrigerado en aceite
- Celdas de media tensión (tipo SF6)
- Cuadro SSAA
- Cuadro Sistema de control
- Sistema UPS.
- Red de tierras de protección y servicio.
- Elementos auxiliares (equipos de ventilación, de seguridad, de alumbrado...)

El acceso se realizará a través de los viales interiores de la planta, garantizado el libre e inmediato acceso en todo momento para el personal de mantenimiento de planta y sus empresas colaboradoras. Las envolventes de los cuadros y/o tratamientos serán los adecuados para intemperie.

Estarán adecuadamente sellados y tendrán el aislamiento térmico necesario para garantizar la operación del transformador y el resto de la aparamenta integrada. Todas las partes metálicas (aparellaje, armaduras, etc.) se encuentran conectadas equipotencialmente al colector general de tierra de herraje o protección, mediante cable de Cobre.

Alrededor de la losa se dispondrá un anillo de puesta a tierra con cable Cu desnudo de 50 mm² y un mínimo de cuatro picas de tierra en sus vértices, al que se le conectarán todas las masas metálicas de los equipos y elementos que componen el Centro de Transformación. De esta forma, se evita que aparezcan tensiones peligrosas entre éstas y tierra, que puedan ser dañinas para las personas.

13.6.1 TRANSFORMADORES

Serán transformadores del tipo sumergidos en aislamiento de aceite mineral y se ubicarán en una plataforma intemperie o “skid” específicamente diseñada para que se pueda acceder a la parte inferior de la cuba dónde irá ubicada una válvula o tapón roscado que permita el vaciado del aceite en caso de fuga o toma de muestras del aislante conforme a las normas indicadas más adelante.

Los transformadores serán trifásicos, con devanados de cobre o aluminio, pantalla metálica de puesta a tierra entre los devanados de AT y BT. El neutro del arrollamiento de BT debe ser accesible y estará dimensionado para la máxima tensión y corriente de las fases.

La refrigeración, corresponde a la denominación ONAN, será por circulación natural del aceite mineral enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen naturalmente alrededor de la cuba. Todos los transformadores estarán contruidos para soportar sin deterioro los efectos térmicos y dinámicos de los cortocircuitos exteriores.

Estos transformadores estarán provistos de cambiador de tomas de ataque directo que permita entregar la potencia requerida variando la relación de transformación estando éstos sin tensión (sin carga y desenergizado (NLTC)). Actuará sobre el arrollamiento de AT y su mando debe ser accesible desde el exterior, sus posiciones deben estar marcadas de forma indeleble y serán fácilmente legibles.

Además, deberán ser adecuados para operación en intemperie y a la altura sobre el nivel del mar del emplazamiento.

La siguiente tabla resume las características generales de los transformadores:

Características de servicio:

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| • Potencia | 6.000 kVA |
| • Frecuencia | 50 Hz |
| • Número de fases | 3 |
| • Tensión nominal primaria | 800 V |
| • Tensión nominal secundaria | 20 kV $\pm 2 \times 2.5\%$ |
| • Grupo de conexión | Dy11 |
| • Servicio | Continuo |
| • Regulación | En vacío |
| • Refrigeración | ONAN |
| • Temperatura ambiente | -20°C y 40°C |
| • Máxima temperatura: | Refrigerante 50°C |
| | Devanados 55°C |
| • Sonda medida temperatura | PT100 |

Devanado secundario:

- | | |
|----------------------------------|----------|
| • Tensión nominal toma principal | 20.000 V |
| • Acoplamiento | Delta |

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Devanado primario:

- Tensión nominal 800 V
- Acoplamiento Estrella
- Neutro Accesible

Los transformadores deberán cumplir lo especificado en las Normas IEC, UNE así como disponer del Marcado CE, directiva EMC (Electromagnetic Compatibility):

- IEC 62271-202
- IEC 62271-200
- IEC 60076
- IEC 61439-1

13.6.2 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Los CT contarán con celdas o cabinas de media tensión para la maniobra y operación de los diferentes circuitos de generación.

Las cabinas y todos sus componentes serán de diseño normalizado del fabricante y sus características constructivas eléctricas, mecánicas, ambientales y de seguridad estarán certificadas por laboratorios oficiales. Las cabinas y todos sus componentes cumplirán con los requisitos establecidos por las normas y reglamentos aplicables para las condiciones de servicio especificadas.

Las cabinas serán lo más compactas posible, con objeto de minimizar el espacio requerido. Serán accesibles sólo por el frente mediante puertas abatibles con bisagras y estarán preparadas para su montaje directo sobre el suelo. La entrada y salida de cables podrá ser por la parte inferior de las cabinas. En el frontal se incluirá un esquema unifilar según montaje.

En lo que respecta a la estructura, estarán fabricadas con chapa de acero laminado, adecuadamente doblada, reforzada y punzonada a fin de construir una estructura autoportante compacta y con la rigidez mecánica suficiente para resistir las solicitaciones eléctricas, mecánicas y térmicas a las que puedan verse sometidas en servicio.

Mantendrá su alineación y sus puertas permanecerán cerradas frente a condiciones de fallo. Las celdas serán a prueba de arco interno y se diseñarán a modo de evitar el acceso a partes energizadas durante la operación normal y durante su mantenimiento.

Dispondrán de capacidad de operación ante el uso de señales digitales de entrada y cumplirán con toda la reglamentación vigente sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas.

Las características principales de estas celdas son las siguientes:

Características de servicio:

- Tipo de Celda Blindada SF6
- Servicio Continuo interior

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- | | | |
|--|------------|--------|
| • Tensión de aislamiento asignada | 24 kV | |
| • Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz | 50 kV | |
| • Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda | 1,2/50µs | 125 kV |
| • Frecuencia Industrial | 50Hz | |
| • Intensidad asignada de servicio continuo | | |
| • Derivación celda de línea | 400 A | |
| • Barras | 400 A | |
| • Intensidad de cortocircuito asignada | 20 kA (1s) | |
| • Valor cresta de la corriente de corta duración | 50 kA | |

Características constructivas:

Son análogas entre los diferentes tipos, varían únicamente la aparamenta instalada en cada una de ellas de acuerdo con las necesidades para cada tipo de servicio. La aparamenta principal con la que va dotada cada tipo de celda es la siguiente:

- Celda de remonte:
 - o Tres terminales unipolares enchufables para conexión de cables.
 - o Testigo de presencia de tensión.
 - o Pletina de puesta a tierra.
- Celda de Línea:
 - o Tres terminales unipolares enchufables para conexión de cables.
 - o Testigo de presencia de tensión.
 - o Un interruptor manual.
 - o Un seccionador de aislamiento barras de tres posiciones [abierto, cerrado y puesta a tierra].
 - o Pletina de puesta a tierra.
- Celda de transformador de potencia:
 - o Tres terminales unipolares enchufables para conexión de cables.
 - o Testigo de presencia de tensión.
 - o Un interruptor automático.
 - o Un seccionador de aislamiento barras de tres posiciones [abierto, cerrado y puesta a tierra].
 - o Pletina de puesta a tierra.
 - o Tres transformadores de intensidad.
 - o Un relé con las funciones de protección 50, 51, 50N, 51N

13.6.3 PROTECCIONES

A continuación, se indican, las características de los equipos de protección que deben incluirse según ITC-RAT-09, para sistemas generadores conectados a la red de distribución:

- 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 (27/27S).

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- 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 (59/59N).
- Máxima tensión homopolar (64).
- Máxima y mínima frecuencia (81M/81m).
- Sobreintensidad de fase y neutro, tanto temporizada como instantánea.
- Dependiendo de los criterios de protección y explotación de la red a la que se conecta la instalación, además de las protecciones anteriores se podrá requerir la instalación de una protección adicional que actúe en caso de desconexión de la red, con el fin de evitar el funcionamiento en isla y prevenir daños en caso de reenganche fuera de sincronismo. En función de la tecnología del generador, dicha función de protección podrá ser realizada mediante sistemas basados en comunicaciones, como el teledisparo, relés en el punto de conexión o sistemas de protección anti-isla integrados en los inversores de conexión a red, acordes con los criterios de protección de la red.

13.6.4 SERVICIOS AUXILIARES

Se dispondrá de un sistema de SS.AA. para alimentar los equipos de la planta: equipos de control, seguridad, comunicaciones, estación meteorológica, etc. Para ello se definirá un sistema de SS.AA. de potencia adecuada a las necesidades. Este sistema constará de:

- Transformador SSAA
- Cuadro de auxiliares
- Cableado de alimentación

Transformador SSAA

Su función es la alimentación en corriente alterna del equipamiento auxiliar para mando, control, fuerza y alumbrado. Las características principales de este equipo serán las siguientes:

Características de servicio:

Potencia nominal	15 kVA
Frecuencia	50 Hz
Número de fases	3
Tensión nominal primaria	20 kV $\pm 2 \times 5\%$
Tensión nominal secundaria	400 V
Grupo de conexión	Estrella - Triángulo
Servicio	Continuo
Regulación	En vacío

Devanado primario:

Tensión nominal toma principal	20 kV
Acoplamiento	Triángulo
Neutro	No accesible

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Devanado secundario:

Tensión nominal	400 V
Acoplamiento	Estrella
Neutro	Accesible

13.7 CENTRO DE MANIOBRA Y CONTROL (CMC)

Se incorpora la medida y facturación de la Planta Solar Fotovoltaica en un edificio independiente del punto de seccionamiento de la distribuidora, el cual constituye el punto de evacuación de la energía generada en la Planta Solar Fotovoltaica. Por esta razón se añade, dentro de las instalaciones de evacuación, un Centro de Control y Maniobras para realizar la medida y facturación de la energía generada.

El Centro de Control y Maniobras tiene como función recibir la energía generada y transformada por la Planta Solar Fotovoltaica 20kV, a través de la red colectora subterránea de Media Tensión, compuesta por 1 circuito de media tensión y conectarla con la Subestación Atlanterra 66/20kV (perteneciente a E-DISTRIBUCION REDES DIGITALES).

13.7.1 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

El CMC contará con celdas o cabinas de media tensión para la maniobra y operación de los circuitos de generación. Las cabinas y todos sus componentes serán de diseño normalizado del fabricante y sus características constructivas eléctricas, mecánicas, ambientales y de seguridad estarán certificadas por laboratorios oficiales. Las cabinas y todos sus componentes cumplirán con los requisitos establecidos por las normas y reglamentos aplicables para las condiciones de servicio especificadas.

Las cabinas serán de diseño normalizado y lo más compactas posible, con objeto de minimizar el espacio requerido. Serán accesibles sólo por el frente mediante puertas abatibles con bisagras y estarán preparadas para su montaje directo sobre el suelo. La entrada y salida de cables será por la parte inferior de las cabinas. En el frontal se incluirá un esquema unifilar según montaje.

En lo que respecta a la estructura, estarán fabricadas con chapa de acero laminado, adecuadamente doblada, reforzada y punzonada a fin de construir una estructura autoportante compacta y con la rigidez mecánica suficiente para resistir las sollicitaciones eléctricas, mecánicas y térmicas a las que puedan verse sometidas en servicio.

Mantendrá su alineación y sus puertas permanecerán cerradas frente a condiciones de fallo. Las celdas serán a prueba de arco interno y se diseñarán a modo de evitar el acceso a partes energizadas durante la operación normal y durante su mantenimiento.

Dispondrán de capacidad de operación ante el uso de señales digitales de entrada y cumplirán con toda la reglamentación vigente sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas.

Las características principales de estas celdas son las siguientes:

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

CARACTERÍSTICAS DE SERVICIO		
Tipo de Celda		Blindada SF6
Servicio		Continuo interior
Tensión de aislamiento asignada:		24kV
Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz		50kV
Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50µs		125kV
Frecuencia Industrial		50 Hz
Intensidad asignada de servicio continuo:	Derivación	400A
	Barras	400A
Intensidad de cortocircuito asignada	(1 s)	20kA
Valor cresta de la corriente de corta duración		50kA

Las características constructivas son análogas entre los diferentes tipos, varían únicamente la apareamiento instalada en cada una de ellas de acuerdo con las necesidades para cada tipo de servicio. Las celdas serán de gran robustez, construidas en chapa de acero de 2 mm de espesor recubierta de AlZn, plegada y atornillada, dispondrán de dos dispositivos aliviaderos de sobrepresión en la parte posterior, uno para el compartimento de barras e interruptor y otro para el compartimento de cables.

Las celdas se hallarán divididas, por medio de tabiques metálicos internos, en los siguientes compartimentos individuales:

- Compartimento de barras.
- Compartimento de interruptor automático, extraíble.
- Compartimento de cables.
- Compartimento de mecanismos.
- Eventual compartimento de baja tensión.

El Centro de Maniobra y Control estará formado por las siguientes celdas de Media Tensión:

- 3x Celda de línea, aislamiento en SF6 con seccionadores con puesta a tierra para el circuito de MT.
 - o Celda de línea entrada, será extraíble, metálica prefabricada de interior, aislamiento y corte en SF6, 24kV-400A-20kA (1s), conteniendo: Seccionador de P.a.T., testigo de presencia de tensión; remonte de entrada/salida de línea.
 - o Celda de línea salida, será extraíble, metálica prefabricada de interior, aislamiento y corte en SF6, 24kV-400A-20kA (1s), conteniendo: Seccionador de P.a.T., testigo de presencia de tensión; remonte de entrada/salida de línea.
 - o Celda de línea de reserva.
- 1x Celda de medida de tensión en barras.
 - o Celda de medida de tensión, será extraíble, metálica prefabricada de interior, aislamiento y corte en SF6, 24kV-400A-20kA (1s), conteniendo: 3 T.T 22.000: $\sqrt{3}$ /110: $\sqrt{3}$, incluso seccionador de P.a.T., testigo de presencia de tensión.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- 1x Celda de protección general con interruptor automático, aislamiento y corte en SF6, con T.I. para protección y control y seccionador de puesta a tierra.
 - o Celda de protección, será extraíble, metálica, prefabricada de interior, aislamiento y corte en SF6, 24kV-400A-20kA (1s), conteniendo: Interruptor automático en SF6, con 3 T.I., incluso seccionador de P.a.T., testigo de presencia de tensión.
- 1x Celda de medida con 3xT.I. y 3xT.T.
 - o Celda de medida, será extraíble, metálica prefabricada de interior, aislamiento y corte en SF6, 24kV-400A-20kA (1s), conteniendo seccionador de P.a.T. y testigo de presencia de tensión y transformadores de medida:
 - 3 T.I. 200/5-5-5 A y secundarios 10 VA-cl 0.2s, 10 VA-cl 0.2s y 10 VA-cl 0.2s
 - 3 T.T 22.000: $\sqrt{3}$ /110: $\sqrt{3}$ y secundarios 25 VA-cl 0.2, 25 VA-cl 0.2 y 10 VA-cl 0.2
- 1x Celda de protección con fusible y seccionador., aislamiento y corte en SF6, para protección y control del transformador de servicios auxiliares
 - o Celda de protección de transformador de servicios auxiliares, será extraíble, metálica prefabricada de interior, aislamiento y corte en SF6, 24kV-400A-20kA (1s), conteniendo: Fusible de 10 A, con seccionador de P.a.T., testigo de presencia de tensión; para protección de transformador de servicios auxiliares.

13.7.2 SERVICIOS AUXILIARES

Se dispondrá de un sistema de SS.AA. para alimentar los equipos de la planta: equipos de control, seguridad, comunicaciones, estación meteorológica, etc. Para ello se definirá un sistema de SS.AA. de potencia adecuada a las necesidades. Este sistema constará de:

- Transformador SSAA
- Cuadro de auxiliares
- Cableado de alimentación

Transformador SSAA

Su función es la alimentación en corriente alterna del equipamiento auxiliar para mando, control, fuerza y alumbrado. Las características principales de este equipo serán las siguientes:

Características de servicio:

Potencia nominal	15 kVA
Frecuencia	50 Hz
Número de fases	3
Tensión nominal primaria	20 kV $\pm 2 \times 5\%$
Tensión nominal secundaria	400 V
Grupo de conexión	Estrella - Triángulo
Servicio	Continuo

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Regulación	En vacío
<i>Devanado primario:</i>	
Tensión nominal toma principal	20 kV
Acoplamiento	Triángulo
Neutro	No accesible
<i>Devanado secundario:</i>	
Tensión nominal	400 V
Acoplamiento	Estrella
Neutro	Accesible

13.7.3 MEDICIÓN Y CONTROL

Las características técnicas que deberá cumplir el suministro de los equipos y componentes para el sistema de control corresponden a sistemas controlados desde un sistema SCADA que se habilitará dentro de la sala de mando.

El sistema de control tendrá una arquitectura de fibra óptica utilizando protocolo IEC61850 hasta la comunicación del Centro de Transformación. El sistema del centro de control interactuará con el sistema de control de los inversores de la Planta Solar Fotovoltaica, (suministrado por el fabricante de los inversores) a través de los sistemas SCADAs por medio de protocolo de comunicación PLC.

Para poder realizar un contaje de la energía inyectada a la red, se instalará un juego de contadores. Dichos contadores serán del tipo trifásicos, bidireccionales, de cuatro cuadrantes y de media tensión, de Clase de precisión 0,2 en Activa y Clase 0,5 en Reactiva, tipo Landis+Gyr ZMQ202CTSAT o similar, de acuerdo con lo prescrito por el reglamento.

Los contadores se ubicarán en el centro de control y maniobra ubicado en el interior de la parcela. Los contadores se ajustarán a la normativa metrológica vigente y su precisión será de clase 2 (R.D. 244/2016). Para poder realizar lecturas remotas, los contadores llevarán incorporado un sistema de telemedida a través de GSM. El conexionado eléctrico de las celdas, incluyendo la de medida, puede observarse en los planos correspondientes.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

14 INFRAESTRUCTURAS COMUNES

14.1 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

La red de tierras de protección será común para toda la instalación y se realizará a través de las zanjas y/o bandejas portacables con cable de Cu desnudo de mínimo 35 mm² para las conducciones de BT y con cable desnudo de Cu de mínimo 50 mm² para las conducciones de MT, conectando a esta red de tierras todas las estructuras metálicas (estructuras soporte de módulos fotovoltaicos, carcasas de cuadros e inversores, bandejas portacables, etc).

Se pondrán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. En concreto, se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos metálicos.
- Las envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las canalizaciones metálicas.
- Las puertas metálicas.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las carcasas de los transformadores.

La puesta a tierra de protección de los Centros de Transformación, Centro de Maniobra y Control y del Centro de Seccionamiento estará formada por un anillo perimetral compuesto por un cable de Cu desnudo de 50mm² y mínimo 4 picas de 2 m de largo y con un diámetro mínimo de 16,2 mm situadas en cada una de las esquinas del anillo de P.a.T.

La puesta a tierra de servicio y protección estarán unidas entre sí y entre las tierras del resto de centros de la planta, formado una configuración de tierra única para toda la Planta Solar Fotovoltaica.

El vallado perimetral existente también se llevará a tierra mediante colocación de picas de 2 m de largo y un diámetro mínimo de 16,2 mm, y se unirá a la red de tierras general de la planta fotovoltaica en varios puntos para conformar una puesta a tierra común.

Las uniones entre los conductores de puesta a tierra y/o los electrodos de puesta a tierra, se harán mediante abrazaderas, prensas de unión o soldaduras de alto punto de fusión. Los materiales empleados en estas uniones y su forma de ejecución serán resistentes a la corrosión.

La puesta a tierra de los elementos de la instalación se realizará según los detalles indicados en el plano "342214812-3363-530 Planta general y detalles PAT".

Se realizarán las mediciones de la resistencia de PAT que deberá ser inferior a la máxima admisible. Para justificar que R_t es lo suficientemente baja, se cumplirá lo especificado en los reglamentos. Cuando finalice la obra, se medirán las tensiones de paso y contacto y se asegurará que su valor sea inferior a los valores marcados por la ITC-RAT-13.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

14.2 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Las estaciones meteorológicas a instalar tienen como objeto la toma de datos meteorológicos en el emplazamiento. Se instalará, al menos, una estación meteorológica. Constará de sensores para medir los siguientes parámetros:

- Irradiación en el plano horizontal
- Irradiación en el plano de los módulos
- Humedad relativa
- Velocidad y dirección del viento
- Precipitación
- Presión atmosférica
- Temperatura del módulo
- Temperatura ambiente

La estación meteorológica contendrá:

- Unidad de Adquisición de Datos Sistema Datalogger de registro y transmisión de datos.
- Unidad de Transmisión de datos a ordenador central. Opción GPRS-IP.
- Registro de parámetros en data-logger.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro Secondary Standar en el plano de los módulos, según el movimiento del seguidor.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro Secondary situado en el plano horizontal.
- Sensores de temperatura y humedad relativa del aire.
- Torreta y mástil. Soporte tubular superior ajustable a 1,5 m de longitud, pedestal para fijar o embutir en basamento de hormigón y otros accesorios de montaje.
- Termopares para la medición de los datos de temperatura de la célula.
- Células de referencia calibradas por cada plano de orientación de módulos
- Pluviómetro
- Veleta y Anemómetro
- Barómetro
- Juego de cables de interconexión para el enlace de los sensores a la estación, recarga externa y comunicaciones

La estación meteorológica dispondrá de un sistema FV aislado compuesto por un módulo fotovoltaico y batería para su alimentación eléctrica. También se le dotará de una conexión a la red de servicios auxiliares. Se conectará al CT más próximo para alimentación y conexión al sistema de control de la Planta Solar Fotovoltaica.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

14.3 SISTEMA DE SEGURIDAD

Se instalará un sistema perimetral de seguridad basado en el perímetro de videovigilancia formado por cámaras térmicas y cámaras analógicas, de visión estándar distribuida alrededor del perímetro de la Planta Solar Fotovoltaica que detectará cualquier intento de acceso no autorizado.

- El sistema se compondrá de los siguientes elementos:
- Cámaras térmicas fijas sobre báculos de 4 metros de altura.
- Cámaras analógicas fijas sobre báculos de 4 metros de altura.
- Cámaras móviles estándar Tipo Domo sobre báculos de 6 metros de altura.
- Báculos (Postes) metálicos instalados sobre cimientos donde se instalarán las cámaras.
- Placas de comunicaciones ubicadas en los postes de las cámaras para la fuente de alimentación y enlace con la red de comunicaciones del sistema.
- Centro de control y pantalla de vigilancia para los operadores.
- Software automático para el procesamiento y análisis de imágenes en tiempo real utilizando algoritmos de detección y máscaras discriminando falsas alarmas.
- Sistema de grabación de vídeo.
- Rack para la instalación de videoanálisis, grabadoras de vídeo y elementos auxiliares ubicados en el edificio control y almacén dentro de la planta fotovoltaica.
- Fuente de alimentación ininterrumpida (UPS): al menos 6 horas de suministro.

Sistema de análisis de vídeo

Todas las cámaras estarán conectadas a un sistema de análisis de vídeo inteligente responsable del procesamiento de las imágenes térmicas y analógicas y utilizando los algoritmos de análisis de vídeo correspondientes para generar las alarmas correspondientes.

Este sistema cuenta con análisis de vídeo basado en algoritmos de inteligencia artificial y es responsable de una detección de intrusión tanto de enviar alarma al Centro de Control de la Planta como a la central de recepción alarmas (CRA) para activar el Protocolo de intervención relevante.

Grabador de vídeo

Las cámaras, además de estar conectadas al sistema de análisis de vídeo, se conectarán a una grabadora de vídeo donde se almacenará la información recopilada durante el tiempo de monitorización, los 7 días de la semana y 24 horas al día.

Para optimizar el espacio de almacenamiento y el ancho de banda, puede establecer tres modos de grabación; continuos, programados y eventos.

El sistema estará equipado, así como un disco duro adicional de 4 Tb de capacidad de expansión de memoria para aumentar la capacidad de almacenamiento durante un período de al menos 15 días en calidad normal.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Vallado perimetral

Se instalará alrededor de toda la planta vallado de malla cinagética, garantizando la permeabilidad del vallado para el paso de fauna de pequeño tamaño dejando un espacio libre desde el suelo de, al menos, 15 cm y con cuadros de tamaño máximo de 300 cm².

El vallado perimetral respetará en todo momento los caminos públicos en toda su anchura y trazado, y deberá carecer de elementos cortantes o punzantes como alambres de espino o similares que puedan dañar a la fauna del entorno. En los cruces con barrancos el vallado deberá ser permeable según RD 638/2016.

14.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Para minimizar la afección de posibles incendios cada uno de los centros de transformación, centros de seccionamiento y medida, subestación y edificios de operación y mantenimiento contarán con un pulsador de alarma conectado al sistema SCADA y un extintor de CO₂ eficiencia 89B de 5 kg.

Los vehículos de mantenimiento también dispondrán de extintores portátiles ABC, eficiencia 27A, 183B, C, de 6 kg.

El sistema se diseñará de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente para prevención de incendios.

14.5 OBRA CIVIL

14.5.1 CONSTRUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Los materiales y elementos que deben integrar la obra o que intervienen directamente en la ejecución de los trabajos a utilizar se regirán por normativas nacionales y estándares y métodos internacionales recogidos a continuación:

Código Técnico de la Edificación (CTE) de marzo 2006.

Hormigón estructural EHE-08 (RD 1247/2008).

Eurocódigo:

- o EN 1990 Eurocódigo. Bases de diseño estructural.
- o EN 1991 Eurocódigo 1. Acciones en estructuras.
- o EN 1992 Eurocódigo 2. Proyecto de estructuras de hormigón.
- o EN 1993 Eurocódigo 3. Proyecto de estructuras de acero.
- o EN 1994 Eurocódigo 4. Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero.

Para el centro de maniobra y control, almacén y aseos se procurará instalar modelos prefabricados y deberán cumplir todas las especificaciones de la normativa vigente.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

14.5.2 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Se implantarán losas de hormigón armado para la instalación de los centros de transformación y losetas de hormigón para los postes de las cámaras de seguridad. Se cumplirán las siguientes características:

Resistencia del hormigón: 20, 25 y 30 N/mm²

Aceros: B500S

14.5.3 ESTRUCTURAS DE ACERO

Las hincas de la estructura portante de los módulos fotovoltaicos serán de acero galvanizado S355JR- S275JR.

Cada estructura cumplirá las siguientes características:

13 Hincas para estructuras 1V48

7 Hincas para estructuras 1V24

4 Hincas para estructuras 1V12

14.5.4 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Movimientos de tierra

En función del tipo de terreno se realizarán diferentes labores para adecuarlo a la instalación de las estructuras solares y al trazado de los caminos internos y de acceso a la planta.

Se realizarán los desmontes y terraplenes mínimos requeridos para adecuar el terreno a las pendientes máximas permitidas para la instalación de dichas estructuras.

Los excedentes del movimiento de tierras se distribuirán uniformemente por toda la planta con lo que no se trasladarán sobrantes a vertedero.

Limpieza y desbroce

Consistente en la limpieza y eliminación de la vegetación existente, así como escombros, materiales de otras construcciones, montículos y cualquier vegetación que se haya desarrollado en la zona de actuación del proyecto. En los casos con afloramientos se realizará el descabezado de estos.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

14.5.5 ACCESOS Y CAMINOS

Se trazarán caminos que permitan el acceso a las parcelas ocupadas por la planta y a todos los Centros de Transformación. Tendrán una anchura mínima de 4 m, radio mínimo de 16 m, un perfilado de cuneta triangular para la escorrentía de agua de lluvias y serán aptos para equipos pesados que puedan circular durante la construcción y mantenimiento.

En los viales interiores se realizará una aportación de una capa de zahorra artificial con material de préstamo de 30 cm.

El firme será suficientemente resistente y se hará el acondicionamiento adecuado para el tránsito de los vehículos pesados y maquinaria que se deban utilizar durante la ejecución y posterior mantenimiento de la instalación.

La composición de los caminos debe estar definida de acuerdo a las características de los vehículos y a las condiciones geológicas del terreno.

El sistema de drenaje debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua del terreno. Debe ser calculado y diseñado consultando los datos meteorológicos y geológicos de la zona de la instalación aportando el pertinente estudio de drenaje o hidrogeológico. Se requerirá para los componentes del sistema de drenaje, las especificaciones técnicas, certificaciones y garantías disponibles considerando un periodo de retorno adecuado a la vida útil del proyecto, teniendo en cuenta siempre que se pueda se deberá respetar al máximo la orografía natural del terreno. No está contenido en el alcance de este proyecto.

Para la ejecución de los caminos se considera:

Terraplén con material adecuado o seleccionado de préstamo, extendido, humectación y compactación, incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento, totalmente terminado.

Excavación de la explanación y cunetas en todo tipo de terrenos reperfilado y acabado con motoniveladora, compactación de fondo si procede, incluso acopio de material para su posterior utilización en tareas de relleno o terraplenado, transporte a lugar de empleo.

14.5.6 ZANJAS Y ARQUETAS

Las zanjás tendrán por defecto unas dimensiones desde 0,60 m a 0,9 m de ancho y desde 1,10 m a 2,05 m de profundidad, en las cuales se instalarán las líneas de BT, MT, red de tierra y comunicaciones según el tramo. Se colocará una banda de señalización a mínimo 0,25 m y una placa de protección a mínimo 0,50 m del nivel definitivo del suelo. Se pueden consultar las diferentes secciones de zanjás que se utilizarán en el proyecto en el plano "342214812-3363-414 Secciones tipo de zanja".

Siempre que sea posible y cuando el conductor de BT en CC sea de sección baja se preferirá llevar por bandeja o fijado a la estructura.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Cama de apoyo

Los cables y/o tubos irán sobre cama de arena inerte de río de 10 cm y estarán cubiertos con una capa de arena de al menos 10cm por encima del cable/tubo superior y envolviéndolos completamente.

Relleno

Esta capa de relleno deberá ser compactada mecánicamente en capas de 20 cm. y deberá ser seleccionado para no contener gravas de tamaño mayor a 3", restos de escombros, sales solubles ni materia orgánica.

Cruces

Los cruces con caminos en tierras, hormigonados o asfaltados se ejecutarán mediante tubos embebidos en hormigón hasta una altura mínima de 10 cm por encima del tubo superior y envolviéndolos completamente, que llevarán los circuitos de CC, CA, comunicaciones y red de tierras. Adicionalmente se dispondrá algún tubo de reserva. Se colocará una banda de señalización a 25 cm del nivel definitivo del suelo. El firme se repondrá según las características del firme original.

Arquetas

Se deberán colocar arquetas en los cambios de dirección cuando la zanja lleve cableado de CC de strings o cableado de comunicaciones. En las zanjas de cableado MT no se contempla la colocación de arquetas en los cambios de dirección ya que la fibra óptica se plantea directamente enterrada.

Serán de hormigón o polipropileno reforzado, estas últimas protegidas con una capa alrededor de hormigón de 10 cm en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos.

Las tapas serán de polipropileno reforzado y de fundición o de obra en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos.

En el interior de las arquetas deberán quedar sellados todos los tubos para evitar el acceso al interior de estos de agua o roedores en el interior de las arquetas.

14.5.7 CANALETAS Y TUBOS DE PROTECCIÓN

Los tubos de protección/canaletas deben ser de material resistente al agua y a la radiación UV.

Los extremos de los recubrimientos de los cables no deben ser puntiagudos. Los cables deben ser protegidos del esfuerzo mecánico. Los tubos de protección deben ser sellados con un material resistente a la penetración del agua y resistente a la radiación UV y que no permita el paso de roedores.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

14.5.8 ADECUACIÓN PARA EDIFICIOS

En las zonas de ubicación de edificios prefabricados y otros lugares que lo requieran, se aportará una capa de zahorra artificial con material de préstamo de 30 cm para garantizar, de este modo, la calidad mínima del terreno en toda la superficie de apoyo.

14.6 EDIFICACIONES

14.6.1 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CENTRO DE MANIOBRA Y CONTROL

El edificio prefabricado que actúa como alojamiento del equipamiento eléctrico en los centros de transformación y Centro de Maniobra y Control será de tipo monobloque de construcción prefabricada de hormigón modular y estará constituido por dos partes:

Base, donde están situadas las puertas, las ventanas de ventilación, los soportes para los distintos equipamientos, los orificios para entradas y salidas de cables, etc.

Techo, el cual está colocado directamente sobre la base y por su diseño, encaja adecuadamente sobre la misma formando un conjunto a prueba de agua con lo que se evita cualquier riesgo de infiltraciones.

Los edificios están contruidos con hormigón armado y cumplen con las especificaciones actuales en vigor.

Las armaduras del hormigón están soldadas entre sí y están unidas al conductor de tierra para asegurar la continuidad eléctrica.

Entre las armaduras de la base y el techo se realizan dos conexiones en lados opuestos utilizando un conductor de cobre de 35 mm² de sección.

El grado de protección de la parte exterior es IP239 según EN 60529 o IP54 según ANSI, con excepción de las ventanas de ventilación que son IP339.

Los edificios disponen de diferentes puertas de acceso para cada una de los espacios (transformador, celdas MT, protecciones BT, inversores y SSAA...) Todas las puertas están situadas en la fachada frontal.

Las ventanas de ventilación son metálicas, siendo instaladas solamente en el área destinada al transformador.

El sistema de puesta a tierra de protección estará formado por un cable de Cu de 50 mm², que recorre el perímetro interno del edificio y se conecta a los conductores de tierra de los diferentes componentes. Este conductor termina en la caja de registro correspondiente.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

14.6.2 EDIFICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se acondicionará un edificio prefabricado para albergar los equipos eléctricos, de instrumentación y control de la presente instalación. El edificio, en la medida de lo posible, no generará sombras en ningún campo fotovoltaico debido a su ubicación a una distancia adecuada de los módulos de la planta.

El edificio contará con los espacios y equipos necesarios para albergar dos puestos de trabajo permanentes y que contribuyan al correcto funcionamiento de la planta, además se dispondrá de los servicios sanitarios adecuados adjuntos a este centro para el personal encargado de la operación y mantenimiento.

Se dotará al edificio de sistema de climatización que garantice el correcto funcionamiento de los equipos que acoja.

El edificio contará con:

Al menos oficinas con 2 puestos de trabajo.

Aseos.

Zona de almacén.

Canalizaciones eléctricas para alimentar el alumbrado y servicios varios.

Sistemas de ventilación y climatización

Sistema contra incendios de acuerdo a normativa vigente.

Línea telefónica.

Una sala de Racks de comunicaciones climatizada

Un circuito específico para alimentación de equipos informáticos el cual será conectado a un sistema de UPS (Uninterrupted Power System).

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

15 SISTEMA DE MEDIDA DE ENERGÍA PARA FACTURACIÓN

En la sala de celdas del centro de maniobra y control (CMC) se realizará la medición de energía generada por la Planta Solar Fotovoltaica para la venta. Para ello, se instalará un equipo de medida principal más un equipo de medida redundante de acuerdo con las prescripciones del Reglamento de Puntos de Medida. Se dotará de acceso remoto mediante router. El equipo de medida de la planta estará formado por un armario de doble aislamiento conteniendo en su interior un contador principal y uno redundante, registrador homologado y un módulo de comunicaciones con la UCS.

El equipo de medida será un contador de tipo estático combinado para medir energía activa y reactiva de clase 0,2 y cuatro sistemas de medida para redes trifásicas a cuatro hilos, homologado, con contacto de sentido de la energía y sus respectivos emisores de impulsos, más el correspondiente registrador de acuerdo con el R.D. 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Punto de Medida del Sistema Eléctrico. Estos contadores serán de tipo 1.

La consulta y lectura a distancia de las medidas de energía y potencia del contador de facturación se podrá realizar localmente o bien a distancia mediante las comunicaciones adecuadas y utilizando un programa de acceso específico del fabricante. También se enviarán los impulsos desde los contadores de la planta al sistema de registro centralizado.

El cableado entre los transformadores y el equipo de medida de la planta será a base de cable de cobre flexible de 1000V de tensión nominal y de sección a definir en el proyecto de detalle para cumplir con las caídas de tensión reglamentarias. Los cables se protegerán con tubo corrugado de PVC separando los correspondientes a las tensiones e intensidades por conductos independientes. En todo caso se han de cumplir las normas particulares de la compañía distribuidora de la zona.

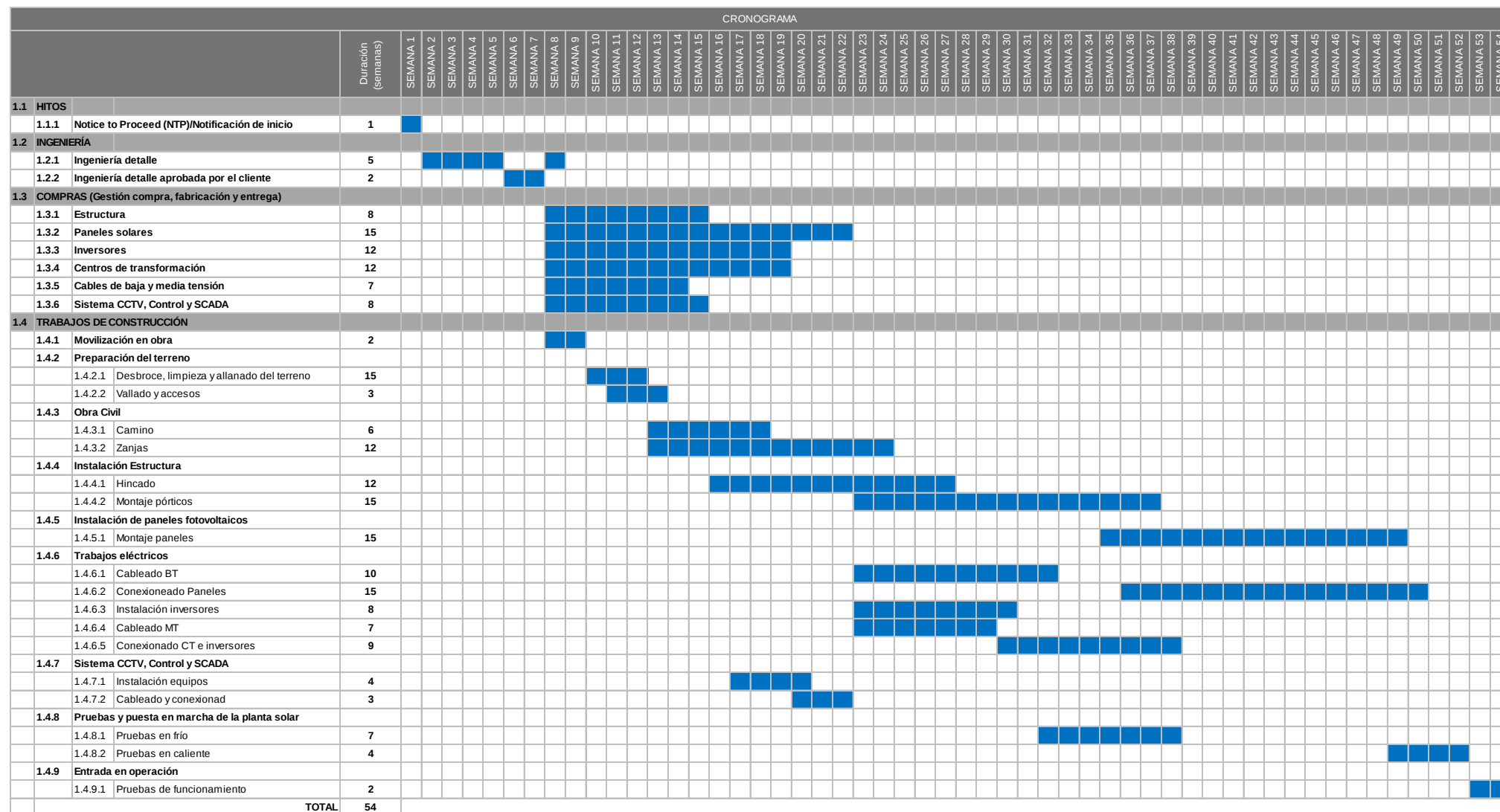
El equipo estará formado por un armario de material aislante conteniendo:

- Dos contadores de clase 0,2, 4 hilos, con medida de energía activa en ambos sentidos y reactiva en los cuatro cuadrantes, el registrador para hasta 4 contadores, y los dispositivos de transmisión al concentrador secundario
- Regleta de comprobación.
- Toma de corriente.
- Gestor de comunicaciones para la medida.

Las distintas variables de la medida fiscal deben de integrarse en el control de la subestación, de forma que también queden integradas en el centro de control, a la vez que se las dotará de módem para su interrogación por las empresas eléctricas u operador de mercado que sea preceptivo.

16 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución estimado para el proyecto es de 12 meses. A continuación, se presenta el cronograma de trabajos previstos:



17 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	IMPORTE	%
1	COMPONENTES PRINCIPALES.....	764.240,00	48,10
-01.01	-SUMINISTRO DE MODULOS.....	462.840,00	
-01.02	-SUMINISTRO CENTROS TRANSFORMACIÓN.....	110.000,00	
-01.03	-SUMINISTRO INVERSORES DE STRING.....	139.400,00	
-01.04	-CENTRO DE MEDIDA Y CONTROL.....	52.000,00	
2	OBRA CIVIL.....	183.543,43	11,55
-02.01	-ACONDICIONAMIENTO.....	19.283,75	
-02.02	-DRENAJES.....	2.964,68	
-02.03	-CIMENTACIONES.....	39.500,00	
-02.04	-ZANJAS.....	37.977,00	
-02.05	-SEGURIDAD Y CONTROL.....	83.818,00	
3	SUMINISTROS ELECTRICOS.....	195.450,32	12,30
-03.01	-CONEXIÓN ELÉCTRICA STRINGS A INVERSOR.....	37.203,60	
-03.02	-CONEXIÓN ELÉCTRICA INVERSOR A CTs.....	31.960,00	
-03.03	-CONEXIÓN ELÉCTRICA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN A SUBESTACIÓN.....	81.939,36	
-03.04	-SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	24.588,70	
-03.05	-CONSUMOS AUXILIARES - SEGURIDAD PERIMETRAL.....	1.483,26	
-03.06	-SISTEMA DE COMUNICACIONES.....	18.275,40	
4	INSTALACIÓN ELECTRICA.....	59.195,12	3,73
-04.01	-CONEXIÓN ELÉCTRICA STRINGS A INVERSOR.....	16.920,37	
-04.02	-CONEXIÓN ELÉCTRICA INVERSOR A CTs.....	13.423,20	
-04.03	-CONEXIÓN ELÉCTRICA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN A SUBESTACIÓN.....	22.914,05	
-04.04	-SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	2.246,00	
-04.05	-CONSUMOS AUXILIARES - SEGURIDAD PERIMETRAL.....	879,90	
-04.06	-SISTEMA DE COMUNICACIONES.....	2.811,60	
5	ENSAMBLAJE MECANICO.....	200.490,64	12,62
-05.01	-ENSAMBLAJE MECÁNICO DE ESTRUCTURA Y MÓDULOS.....	200.490,64	
6	MONITORIZACION.....	93.300,00	5,87
7	CCTV.....	55.175,00	3,47
8	SEGURIDAD Y SALUD.....	29.000,00	1,83
9	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	8.397,83	0,53

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL

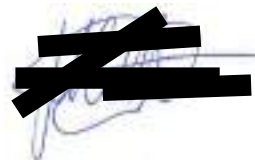
Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **UN MILLÓN QUINIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS** TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

18 CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto y con los Anexos y Planos que se adjuntan, se considera suficientemente descrita la instalación a realizar, solicitando las autorizaciones administrativas previstas en la legislación vigente para su instalación y puesta en servicio.

Noviembre 2025



José Luis Ovelleiro Medina.
Ingeniero Industrial.
Colegiado nº. 1.937

Anexo 01. Poligonal y Coordenadas

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	---	--

ÍNDICE

1	OBJETO.....	2
1.1	CENTRO GEOMÉTRICO DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	2
1.2	COORDENADAS DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	2

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	---	--

1 OBJETO

El objeto del presente documento es el de mostrar y dar a conocer las coordenadas de la poligonal del Planta Solar Fotovoltaica "ROMANO" ubicada en el término municipal de Tarifa, en la provincia de Cádiz. Así mismo se incluyen las coordenadas que definen la zanja de evacuación MT hasta la SET Atlanterra 66/20kV.

1.1 CENTRO GEOMÉTRICO DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

Las coordenadas UTM del centro geométrico aproximado de la PSFV "ROMANO" son las siguientes:

COORDENADAS UTM - ETRS89 - huso 30		
Instalación	Coordenada X	Coordenada Y
MGE Fotovoltaico	247.347 m	4.001.659 m

1.2 COORDENADAS DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

Las coordenadas que definen la PSFV "ROMANO" son las correspondientes tanto a la poligonal que delimita el vallado de la planta fotovoltaica como al trazado de la zanja de MT de evacuación hasta su interconexión.

Éstas se encuentran representadas gráficamente en los planos "342214812-3363-030_PLANTAS DETALLE".

A continuación, se muestra las tablas con los vértices de la poligonal en coordenadas U.T.M. (ETRS89 - huso 30) de la PSFV "ROMANO".

PSFV "ROMANO" - poligonal COORDENADAS U.T.M. (ETRS89 - huso 30)		
VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
V01	247.550,71	4.001.762,02
V02	247.567,60	4.001.638,36
V03	247.450,03	4.001.659,71
V04	247.455,07	4.001.674,87
V05	247.456,53	4.001.711,18
V06	247.463,65	4.001.726,65
V07	247.477,13	4.001.733,10
V08	247.517,30	4.001.742,83
V09	247.452,71	4.001.639,00
V10	247.548,83	4.001.620,42
V11	247.682,48	4.001.563,59
V12	247.673,84	4.001.547,42
V13	247.658,80	4.001.550,43
V14	247.627,16	4.001.551,19
V15	247.623,08	4.001.563,78
V16	247.607,87	4.001.577,09
V17	247.593,79	4.001.583,23
V18	247.567,71	4.001.581,05
V19	247.537,74	4.001.574,66

PSFV "ROMANO" - poligonal COORDENADAS U.T.M. (ETRS89 - huso 30)		
VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
V20	247.453,26	4.001.517,11
V21	247.424,65	4.001.518,47
V22	247.408,88	4.001.534,42
V23	247.362,44	4.001.525,13
V24	247.347,56	4.001.615,21
V25	247.355,30	4.001.619,74
V26	247.357,76	4.001.625,39
V27	247.443,29	4.001.609,48
V28	247.338,99	4.001.605,76
V29	247.352,14	4.001.526,08
V30	247.315,04	4.001.525,74
V31	247.300,30	4.001.538,65
V32	247.290,78	4.001.545,88
V33	247.242,86	4.001.567,18
V34	247.212,31	4.001.569,78
V35	247.189,99	4.001.578,37
V36	247.174,21	4.001.592,25
V37	247.148,18	4.001.603,68
V38	247.129,13	4.001.624,64
V39	247.118,33	4.001.651,94
V40	247.063,72	4.001.681,15
V41	247.036,42	4.001.711,63
V42	247.002,76	4.001.735,13
V43	246.986,89	4.001.753,54
V44	246.993,71	4.001.767,67
V45	246.986,33	4.001.773,19
V46	246.973,55	4.001.769,42
V47	246.910,59	4.001.804,45
V48	246.881,50	4.001.833,44
V49	246.901,47	4.001.858,30
V50	246.938,75	4.001.831,36
V51	246.990,34	4.001.808,27
V52	247.020,63	4.001.797,30
V53	247.080,82	4.001.781,27
V54	247.119,82	4.001.774,19
V55	247.189,40	4.001.747,61
V56	247.272,61	4.001.706,95
V57	247.327,77	4.001.677,76
V58	247.319,38	4.001.633,78
V59	247.321,97	4.001.616,49

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	---	--

A continuación, se muestra la tabla con los vértices de la zanja subterránea de evacuación en media tensión en coordenadas U.T.M. (ETRS89 - huso 30) de la PSFV "ROMANO".

PSFV "ROMANO" –evacuación COORDENADAS U.T.M. (ETRS89 - huso 30)		
VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
Z01	247.029,05	4.001.715,98
Z02	247.012,05	4.001.684,85
Z03	246.974,93	4.001.659,50
Z04	246.915,76	4.001.616,44
Z05	246.753,84	4.001.498,14
Z06	246.660,05	4.001.432,27
Z07	246.658,90	4.001.427,68
Z08	246.021,67	4.000.973,89
Z09	245.834,21	4.001.223,62
Z10	245.788,50	4.001.191,51
Z11	245.781,38	4.001.201,64

Anexo 02. Cálculos Eléctricos

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

INDICE

1	OBJETO	2
2	NORMATIVA	3
2.1	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	3
3	CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.....	5
3.1	DATOS METEOROLÓGICOS	5
3.2	EQUIPOS.....	6
4	DIMENSIONADO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	7
5	CÁLCULO CIRCUITOS BT	9
5.1	CRITERIO POR CORRIENTE MÁXIMA EN RÉGIMEN PERMANENTE.....	9
5.1.1	CONDUCTOR DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS A INVERSORES.....	9
5.1.2	CONDUCTOR DE INVERSOR A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	12
5.2	CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN.....	15
5.2.1	TRAMO DESDE LAS CADENAS DE MÓDULOS HASTA CUADROS DE AGRUPACIÓN	15
5.2.2	TRAMO DESDE INVERSORES HASTA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	24
6	CÁLCULO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN	25
6.1	CRITERIO POR INTENSIDAD MÁXIMA	25
6.2	CRITERIO POR MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN	26
6.3	CRITERIO DE MÁXIMA PÉRDIDA DE POTENCIA.....	26
7	CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	28
7.1	HIPÓTESIS DE DISEÑO.....	28
7.2	MODELIZACIÓN DEL CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO	29
7.3	CONCLUSIÓN	29
8	CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DE LA PLANTA.....	30
8.1	PÉRDIDAS DEL SISTEMA	30
8.1.1	DEPENDENCIA DE LA EFICIENCIA DE LOS MÓDULOS CON LA TEMPERATURA.....	30
8.1.2	PÉRDIDAS EN EL CABLEADO POR CAÍDA DE TENSIÓN	31
8.1.3	PÉRDIDAS POR SUCIEDAD	31
8.1.4	EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL INVERSOR.....	31
8.1.5	PÉRDIDAS POR SOMBRAS.....	32
8.1.6	LAS PÉRDIDAS POR ACOPLAMIENTO.....	32
8.1.7	LAS PÉRDIDAS DEL TRANSFORMADOR.....	32
8.2	RESULTADOS	33
9	CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	34
9.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	34
9.1.1	INSTALACIÓN EN SUELO	34
9.1.2	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	35
9.2	DATOS INICIALES.....	35
9.2.1	RESISTIVIDAD DEL TERRENO Y OTROS DATOS DE CÁLCULO	35
9.2.2	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.....	35
9.2.3	CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO TOLERABLES	36
9.3	CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO	36
10	COMPROBACIÓN DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO MÁXIMAS ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS DE LOS CABLES CON AISLAMIENTO SECO (SEGÚN APARTADO 6.3 DE ITC-LAT 06)	39

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

1 OBJETO

El objeto del presente anexo es la justificación de la configuración de la planta, así como la realización de los cálculos eléctricos de los circuitos de baja tensión en corriente continua y corriente alterna (BT CC/CA), la red de media tensión (MT), la red de puesta a tierra (PaT), cálculos de cortocircuito y la verificación del cumplimiento del código de red de la Planta Solar Fotovoltaica "ROMANO".

Este anexo incluye, por tanto:

- Configuración de la planta: Justificación del número de módulos por serie, cumpliendo los rangos de funcionamiento y máximos de tensión y corriente del módulo inversor.
- Circuitos de BT: Cálculo de la sección de los conductores de BT CC y CA según el criterio de intensidad máxima permisible del cable y el criterio de caída de tensión (cumpliendo una caída de tensión <1,5% que establece Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002) para instalaciones de generación conectadas en baja tensión).
- Circuitos de MT: Cálculo de la sección de los conductores de MT según los siguientes criterios:
 - o Intensidad máxima permisible
 - o Caída de tensión máxima
 - o Pérdida de potencia máxima
 - o Cortocircuito
- Sistema de puesta a tierra: Cálculo de la red de puesta a tierra para cumplir con las tensiones máximas de paso y contacto admisibles.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

2 NORMATIVA

En la confección del presente proyecto, así como en la futura construcción de las instalaciones, se ha tenido presente la normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar a la misma. La normativa es la siguiente:

2.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas
- 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
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico en sus disposiciones adicionales sexta, séptima, vigésima primera y vigésima tercera vigentes
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico
- 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
- Para la conexión a Red Eléctrica de España se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red de transporte de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico –LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014. Además, se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo de la actuación se tendrán en cuenta dichos procedimientos, así como las prescripciones técnicas de Red Eléctrica de España.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.
- 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
- Orden MAM/1628/2010, de 16 de noviembre, por la que se delimitan y publican las zonas de protección para avifauna en las que serán de aplicación las medidas para su salvaguarda contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión. (BOCyL de 03-12-2010)
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C IDAE julio 2011
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica
- Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica
- 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

3 CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN

En este apartado se describen las condiciones meteorológicas del emplazamiento y los parámetros técnicos de los equipos a emplear.

3.1 DATOS METEOROLÓGICOS

En el diseño y configuración de la planta solar fotovoltaica se ha utilizado la base de datos Meteonorm 8.1. La siguiente tabla recoge los valores medios mensuales de temperatura ambiente y radiación del emplazamiento del proyecto:

MES	GLOBHOR [KWH/M²]	T AMB [°C]
Enero	83,3	11,94
Febrero	96,5	12,60
Marzo	136,9	14,72
Abril	168,3	16,45
Mayo	217,1	19,45
Junio	232,5	22,20
Julio	233,9	24,61
Agosto	209,6	24,93
Septiembre	163,3	22,31
Octubre	125,7	19,73
Noviembre	87,0	15,29
Diciembre	75,8	13,21
Anual	1830,0	18,15

Los valores extremos de temperatura que se utilizarán para el dimensionamiento de la planta serán:

- Temperatura ambiente mínima diurna: **2°C**
- Temperatura ambiente máxima: **40°C**

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

3.2 EQUIPOS

En las siguientes tablas se describen las características principales de los módulos e inversores utilizados en la Planta Solar Fotovoltaica:

Características de los módulos fotovoltaicos

AIKO SOLAR AIKO-A-780-GRH78Dw	
Potencia	780Wp
Eficiencia	24,3%
Tensión de circuito abierto Voc	58,92V
Corriente de cortocircuito Isc	16,78A
Tensión punto de máxima potencia Vmpp	48,97V
Corriente punto de máxima potencia Impp	15,93A
Coef. Temp. Tensión de circuito abierto	-0,22%/°C
Coef. Temp. Corriente de cortocircuito	+0,05%/°C
Coef. Temp. De potencia	-0,26%/°C

Características del inversor fotovoltaico

HUAWEI SUN2000-330KTL-H1	
Potencia de salida nominal (AC)	323,53kVA
Tensión, Frecuencia nominal	800Vac, 50 Hz
Máximo rendimiento del inversor	99%
Min. Tensión MPP	500V
Max. Tensión MPP	1500V
Máxima tensión del sistema	1500V
Máxima Intensidad por MPPT	65A
Máxima Intensidad de cortocircuito por MPPT	115A
Número de entradas MPPT	4/5/5/4/5/5

4 DIMENSIONADO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

El cálculo de la configuración de los módulos se basa en el cumplimiento de los valores mínimos y máximos de tensión y corriente según los márgenes de funcionamiento de los equipos de la Planta Solar Fotovoltaica (principalmente el inversor), lo que permite optimizar el número de módulos fotovoltaicos en serie y en paralelo.

Concretamente, las tensiones resultantes de cada serie de módulos tienen que cumplir los valores máximos y mínimos de tensión de los inversores. Dichos valores de tensión deben calcularse en las condiciones más desfavorables de temperatura de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos. Para realizar estos cálculos se ha utilizado el método según IEC 60364-7-712.

La tensión máxima en los módulos fotovoltaicos es la tensión en circuito abierto que se producirá cuando las células alcancen la mínima temperatura. Para el cálculo de dicho valor se ha considerado los efectos de la temperatura ambiente mínima diurna en el emplazamiento.

En este proyecto se han diseñado agrupaciones de 24 módulos en serie (strings). Estos strings se conectarán directamente a los inversores distribuidos por el campo fotovoltaico.

Por tanto, se calcula la tensión de circuito abierto de una cadena de 24 módulos en serie a la temperatura mínima definida en el apartado 3.1. En la siguiente tabla se muestra que el valor de tensión de circuito abierto en el módulo fotovoltaico para la suma total de tensión de 24 módulos en serie no supera los 1.500V de tensión máxima admitida a la entrada del inversor.

V _{oc} max	
K _u	1,0506
V _{oc} máx. módulo	61,9 V
Nº módulos por string	24
V _{oc} máx. string	1.485,63 V

Del mismo modo, la tensión mínima de las series de módulos debe ser superior a la tensión mínima requerida por el inversor para funcionar correctamente. La tensión mínima en los módulos fotovoltaicos es la tensión MPP que se producirá cuando las células alcancen la máxima temperatura (definida en el apartado 3.1).

V _{mpp} min	
K _u	0,967
V _{mpp} min. módulo	47,35 V
Nº módulos por string	24
V _{mpp} min. string	1.136,50 V

En la tabla anterior puede observarse que la tensión MPP mínima de un string de 24 módulos se encuentra por encima del valor mínimo de funcionamiento del inversor que es 500 V.

Por otro lado, al igual que la tensión, la corriente también varía con la temperatura, obteniendo su valor máximo a temperatura ambiente máxima. Por tanto, se comprueba también que el valor máximo de corriente de entrada (I_{sc}) de la suma de los strings en paralelo se encuentra dentro de los rangos de funcionamiento del inversor. Teniendo en cuenta el valor de I_{sc} (STC) del panel utilizado, se obtienen los siguientes valores:

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Isc max	
	HUAWEI SUN2000-330KTL-H1
I _{sc} max. Módulo (STC)	16,78
Máx factor bifacialidad	1,25
K _i	1,0579
I _{sc} max. módulo	17,75 A
Nº máx strings por MPPT	4
I _{sc} max. total	71,00 A
I _{max} de cortocircuito del inversor	115 A

Según la tabla anterior, se comprueba que la corriente continua de cortocircuito a la entrada de los inversores se encuentra por debajo del valor límite de corriente máxima de cortocircuito del inversor.

Se confirma por tanto que la configuración planteada cumple todos los parámetros de los inversores y por tanto es correcta.

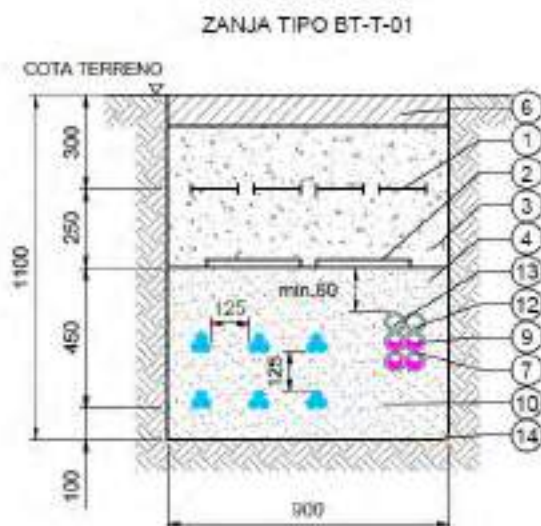
5 CÁLCULO CIRCUITOS BT

5.1 CRITERIO POR CORRIENTE MÁXIMA EN RÉGIMEN PERMANENTE

5.1.1 CONDUCTOR DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS A INVERSORES

Este cable se instalará al aire por la estructura del seguidor, atado a la estructura mediante bridas, o enterrado bajo tubo en zanja hasta las cajas de conexión.

Se analiza la distribución de cadenas de módulos fotovoltaicos para identificar el peor caso y dimensionar la instalación en función de ello. El caso más desfavorable, corresponde al tramo con los conductores enterrados bajo tubo en zanja. Concretamente el tipo de zanja que se muestra a continuación:



LEYENDA	
ID	DESCRIPCIÓN
1	CINTA DE SEÑALIZACIÓN
2	PLACA PLÁSTICA DE PROTECCIÓN
3	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN
4	ARENA DE RÍO LAVADA, INERTE Y COMPACTADA
5	HORMIGÓN HM-20
6	TERMINACIÓN SEGÚN CAPA EXISTENTE
7	TUBO PE-A.D Ø63 mm
8	TUBO PE-A.D Ø200 mm
9	CABLE BT CC DE 4 - 10 mm ²
10	CABLE BT CA DE 150 - 400 mm ²
11	CABLE MT DE 150 - 630 mm ²
12	CABLE DE COMUNICACIÓN
13	CABLE DE ALIMENTACIÓN SSAA
14	CABLE PaT Cu DESNUDO 35mm ² EN ZANJAS BT Y 50 mm ² EN ZANJAS MT

Ilustración 1 Zanja de BT

Se selecciona cable de cobre de **10 mm²** aislamiento XLPE. Según la norma **UNE- 60364-5-52** la intensidad máxima admisible en instalación enterrada bajo tubo para el cable de **10 mm²** es **71 A**.

Tabla B.52.3 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 –
Cables aislados con XLPE/EPR, dos conductores cargados, cobre o aluminio –
Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente: 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno

Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502

Ilustración 2 Tabla B.52.3 UNE-60364-5-52

Se deben aplicar factores de corrección según las condiciones de la instalación, dichos factores se obtienen de la norma **UNE-60364-5-52**.

Considerando una temperatura del terreno de **25°C**, el factor de corrección por temperatura es **0,96**.

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

Ilustración 3 Tabla B.52.15 UNE- 60364-5-52

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Se debe aplicar un coeficiente de ajuste debido a la resistividad térmica del terreno. Al no disponer de este dato, se considera **1,5 K·m/W**. El factor de corrección por resistividad del terreno es **1,1**.

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.							

Ilustración 4 Tabla B.52.16 UNE- 60364-5-52

La cantidad de circuitos por zanja y la separación entre ellos también influyen en los coeficientes de ajuste. En este tramo, se instalarán un máximo de **3 circuitos** por cada tubo, con lo que el factor de corrección se considera **0,7**.

Tabla B.52.17 – Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13.

Punto	Disposición (En contacto)	Número de circuitos o de cables multipolares												Para usarse con las corrientes admisibles, referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 a B.52.13 Métodos A a F

Ilustración 5 Tabla B.52.17 UNE- 60364-5-52

Se instalarán hasta **4 tubos en contacto**, por lo que el factor de corrección se considera **0,65**.

B) Cables unipolares en conductos individuales no magnéticos				
Número de circuitos unipolares de dos o tres cables	Distancia entre conductos ^b			
	Nula (conductos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90
7	0,53	0,66	0,76	0,87
8	0,50	0,63	0,74	0,87
9	0,47	0,61	0,73	0,86
10	0,45	0,59	0,72	0,85
11	0,43	0,57	0,70	0,85
12	0,41	0,56	0,69	0,84
13	0,39	0,54	0,68	0,84
14	0,37	0,53	0,68	0,83
15	0,35	0,52	0,67	0,83
16	0,34	0,51	0,66	0,83
17	0,33	0,50	0,65	0,82
18	0,31	0,49	0,65	0,82
19	0,30	0,48	0,64	0,82
20	0,29	0,47	0,63	0,81

Ilustración 6 Tabla B.52.19 UNE- 60364-5-52

Aplicando todos los coeficientes de ajuste mencionados, queda una intensidad admisible:

$$I_{adm} = 71 * 0,96 * 1,1 * 0,7 * 0,65 = 34,11 A$$

La máxima corriente que puede circular por este conductor es la corriente de cortocircuito de 1 serie de módulos de 780 Wp, cuyo valor aplicando bifacialidad es **20,98 A (Isc, 25 °C)**. Se aplica un 125 % de su intensidad, según la norma **UNE-60364-7-712, Anexo B apartado B.2**:

$$I_b = 20,98 * 1,25 = 26,22 A$$

Puesto que $I_b = 26,22 A < 34,11 A = I_{adm}$, la elección de cable de 10 mm² Cu para el tramo enterrado bajo tubo queda justificada.

5.1.2 CONDUCTOR DE INVERSOR A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La conexión de los inversores al centro de transformación se realizará con conductor de 400mm² circuito simple de Aluminio con aislamiento XLPE, este cable se instalará directamente enterrado en zanja.

Se analiza la distribución de inversores para identificar el peor caso y dimensionar la instalación en función de ello. El caso más desfavorable, corresponde al tramo con los conductores directamente enterrados en zanja con conductor de **400mm²** en circuito simple.

La intensidad máxima admisible en instalación directamente enterrada para el cable de **400mm²** es **370A**.

Se deben aplicar factores de corrección según las condiciones de la instalación, dichos factores se obtienen de la norma **UNE-60364-5-52**.

Considerando una temperatura del terreno de **25°C**, el factor de corrección por temperatura es **0,96**.

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

Ilustración 7 Tabla B.52.15 UNE- 60364-5-52

Se debe aplicar un coeficiente de ajuste debido a la resistividad térmica del terreno. Al no disponer de este dato, se considera **1,5 K.m/W**. El factor de corrección por resistividad del terreno es **1,28**.

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 $\pm 5\%$.

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.

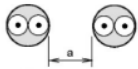
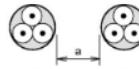
Ilustración 8 Tabla B.52.16 UNE- 60364-5-52

La cantidad de circuitos por zanja y la separación entre ellos también influyen en los coeficientes de ajuste. En este tramo, se instalarán un máximo de 6 circuitos enterrados con una separación de 0,125 m entre cada uno, con lo que el factor de corrección se considera **0,6**.

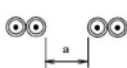
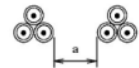
Tabla B.52.18 – Factores de reducción para más de un circuito, cables directamente enterrados –
Método de instalación D2 de las tablas B.52.2 a B.52.5 – Cables unipolares o multipolares

Número de circuitos	Distancia entre cables *				
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68
20	0,29	0,35	0,44	0,53	0,66

* Cables multipolares

* Cables unipolares

NOTA 1 Los valores indicados se aplican para una profundidad de instalación de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K·m/W. Estos valores están promediados para las dimensiones de los cables y los tipos de las tablas B.52.2 a B.52.5. Los valores medios, redondeados, pueden comportar un error de hasta el ±10% en ciertos casos. (Si son necesarios valores más precisos, pueden calcularse por los métodos de la Norma IEC 60287-2-1).

NOTA 2 En caso de una resistividad térmica menor que 2,5 K·m/W los factores de corrección en general se pueden incrementar y se pueden calcular con los métodos indicados en la Norma IEC 60287-2-1.

NOTA 3 Si un circuito consta de m conductores paralelos por fase, para determinar el factor de reducción, este circuito debería considerarse como m circuitos.

Ilustración 09 Tabla B.52.19 UNE-60364-5-52

Se debe aplicar un factor de corrección debido a la profundidad de instalación de los conductores, la cual será 1m, por lo tanto, el factor de corrección es **0,97**.

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Ilustración 1 Tabla 9. ITC 07 Reglamento de BT

Aplicando todos los coeficientes de ajuste mencionados, queda una intensidad admisible:

$$I_{adm} = 370 * 0,96 * 1,28 * 0,6 * 0,97 = 264,61A$$

La máxima corriente circulando por este conductor es la corriente de salida AC de 1 inversor:

$$I_b = 238,20 A$$

Puesto que $I_b = 238,20 A < 264,61 A = I_{adm}$, la elección de cable de 400 mm² Al para el tramo directamente enterrado queda justificada.

El calibre de la protección necesario para la protección del cable debido a sobre intensidades que puedan circular, debe cumplir con la condición descrita en la norma **UNE 60364-4-43** (fórmula 1):

$$I_b < I_n < I_{adm}$$

$$238,2 < I_n < 264,61$$

Por tanto, para la función de protección, el fusible será de 320 A regulado 0,8, quedando una protección de **256 A**.

5.2 CRITERIO POR CAÍDA DE Tensión

Tras seleccionar los cables cumpliendo con el criterio de intensidad máxima admisible, se ha procedido a calcular la caída de tensión de los dos tramos de cable en baja tensión:

- Tramo en BT CC, que está compuesto por los cables que van desde las cadenas de módulos (string) hasta los inversores.
- Tramo en BT CA que está compuesto por los cables que van desde los inversores hasta el centro de transformación.

5.2.1 TRAMO DESDE LAS CADENAS DE MÓDULOS HASTA CUADROS DE AGRUPACIÓN

Se calcula la caída de tensión para el tramo entre fin series (strings) hasta los inversores con conductores de Cu H1Z2Z2-k de 10 mm².

Las fórmulas empleadas para estos cálculos son las siguientes:

$$\Delta U = \frac{R \cdot L \cdot I}{N} \quad [1]$$

$$R = \frac{\rho}{S} \times 10^6 \quad [2]$$

Donde:

ΔU	Caída de tensión [V]
L	Longitud del conductor [m]
I	Intensidad I_{mpp} [A]
N	Número de conductores por fase
R	Resistencia por unidad de longitud del conductor [Ω/m]
ρ	Resistividad del conductor [$\Omega \cdot mm^2/m$]
S	Sección del conductor [mm ²]

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en cada string, obteniendo una caída de tensión máxima del **1,17%**.

V _{mp} (V)	I _{mp} (A)	S elegida (mm ²)	Tª de servicio conductor	ρ	R (Ω)	L tot	% ΔU	% ΔP
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,317	170,0	0,45	0,47
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,300	161,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,164	88,0	0,23	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,283	152,0	0,40	0,42
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,149	80,0	0,21	0,22
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,267	143,0	0,38	0,40
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,130	70,0	0,19	0,19
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,250	134,0	0,36	0,37
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,114	61,0	0,16	0,17
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,233	125,0	0,33	0,35
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,097	52,0	0,14	0,14
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,216	116,0	0,31	0,32

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	 INGENIERIA Y PROYECTOS
-------------------	--	--

Vmpp (V)	Impp (A)	S elegida (mm ²)	T ^a de servicio conductor	ρ	R (Ω)	L tot	% ΔU	%ΔP
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,069	37,0	0,10	0,10
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,080	43,0	0,11	0,12
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,198	106,0	0,28	0,30
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,063	34,0	0,09	0,09
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,183	98,0	0,26	0,27
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,032	17,0	0,05	0,05
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,047	25,0	0,07	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,164	88,0	0,23	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,149	80,0	0,21	0,22
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,130	70,0	0,19	0,19
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,103	55,0	0,15	0,15
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,116	62,0	0,16	0,17
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,233	125,0	0,33	0,35
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,097	52,0	0,14	0,14
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,216	116,0	0,31	0,32
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,080	43,0	0,11	0,12
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,080	43,0	0,11	0,12
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,199	107,0	0,28	0,30
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,063	34,0	0,09	0,09
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,063	34,0	0,09	0,09
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,183	98,0	0,26	0,27
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,047	25,0	0,07	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,047	25,0	0,07	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,164	88,0	0,23	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,030	16,0	0,04	0,04
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,022	12,0	0,03	0,03
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,048	26,0	0,07	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,168	90,0	0,24	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,183	98,0	0,26	0,27
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,104	56,0	0,15	0,16
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,158	85,0	0,23	0,24
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,080	43,0	0,11	0,12
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,198	106,0	0,28	0,30
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,063	34,0	0,09	0,09
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,181	97,0	0,26	0,27
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,302	162,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,045	24,0	0,06	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,164	88,0	0,23	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,283	152,0	0,40	0,42
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,390	209,0	0,55	0,58
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,022	12,0	0,03	0,03
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	 INGENIERIA Y PROYECTOS
-------------------	--	--

Vmpp (V)	Impp (A)	S elegida (mm ²)	T ^a de servicio conductor	ρ	R (Ω)	L tot	% ΔU	%ΔP
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,071	38,0	0,10	0,11
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,190	102,0	0,27	0,28
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,309	166,0	0,44	0,46
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,429	230,0	0,61	0,64
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,222	119,0	0,32	0,33
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,339	182,0	0,48	0,51
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,459	246,0	0,65	0,69
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,065	35,0	0,09	0,10
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,185	99,0	0,26	0,28
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,304	163,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,429	230,0	0,61	0,64
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,082	44,0	0,12	0,12
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,201	108,0	0,29	0,30
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,321	172,0	0,46	0,48
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,101	54,0	0,14	0,15
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,218	117,0	0,31	0,33
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,337	181,0	0,48	0,50
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,334	179,0	0,47	0,50
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,350	188,0	0,50	0,52
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,369	198,0	0,53	0,55
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,022	12,0	0,03	0,03
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,048	26,0	0,07	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,168	90,0	0,24	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,287	154,0	0,41	0,43
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,406	218,0	0,58	0,61
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,048	26,0	0,07	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,168	90,0	0,24	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,287	154,0	0,41	0,43
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,406	218,0	0,58	0,61
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,526	282,0	0,75	0,79
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,065	35,0	0,09	0,10
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,185	99,0	0,26	0,28
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,304	163,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,421	226,0	0,60	0,63
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,541	290,0	0,77	0,81
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,082	44,0	0,12	0,12
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,201	108,0	0,29	0,30
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,321	172,0	0,46	0,48
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,440	236,0	0,63	0,66
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,565	303,0	0,80	0,84
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,101	54,0	0,14	0,15

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	 INGENIERIA Y PROYECTOS
-------------------	--	--

Vmpp (V)	Impp (A)	S elegida (mm ²)	T ^a de servicio conductor	ρ	R (Ω)	L tot	% ΔU	%ΔP
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,218	117,0	0,31	0,33
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,337	181,0	0,48	0,50
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,457	245,0	0,65	0,68
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,500	268,0	0,71	0,75
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,285	153,0	0,41	0,43
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,287	154,0	0,41	0,43
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,404	217,0	0,58	0,60
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,526	282,0	0,75	0,79
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,643	345,0	0,92	0,96
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,768	412,0	1,09	1,15
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,824	442,0	1,17	1,23
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,304	163,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,421	226,0	0,60	0,63
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,541	290,0	0,77	0,81
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,660	354,0	0,94	0,99
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,321	172,0	0,46	0,48
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,065	35,0	0,09	0,10
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,185	99,0	0,26	0,28
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,082	44,0	0,12	0,12
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,201	108,0	0,29	0,30
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,048	26,0	0,07	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,168	90,0	0,24	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,509	273,0	0,72	0,76
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,462	248,0	0,66	0,69
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,414	222,0	0,59	0,62
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,367	197,0	0,52	0,55
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,321	172,0	0,46	0,48
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,604	324,0	0,86	0,90
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,555	298,0	0,79	0,83
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,391	210,0	0,56	0,58
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,272	146,0	0,39	0,41
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,343	184,0	0,49	0,51
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,224	120,0	0,32	0,33
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,294	158,0	0,42	0,44
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,177	95,0	0,25	0,26
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,367	197,0	0,52	0,55
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,248	133,0	0,35	0,37
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,130	70,0	0,19	0,19
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,321	172,0	0,46	0,48
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,201	108,0	0,29	0,30

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	 INGENIERIA Y PROYECTOS
-------------------	--	--

Vmpp (V)	Impp (A)	S elegida (mm ²)	T ^a de servicio conductor	ρ	R (Ω)	L tot	% ΔU	%ΔP
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,082	44,0	0,12	0,12
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,278	149,0	0,40	0,42
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,470	252,0	0,67	0,70
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,350	188,0	0,50	0,52
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,231	124,0	0,33	0,35
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,541	290,0	0,77	0,81
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,421	226,0	0,60	0,63
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,302	162,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,185	99,0	0,26	0,28
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,494	265,0	0,70	0,74
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,376	202,0	0,54	0,56
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,257	138,0	0,37	0,38
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,447	240,0	0,64	0,67
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,328	176,0	0,47	0,49
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,209	112,0	0,30	0,31
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,138	74,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,091	49,0	0,13	0,14
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,378	203,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,140	75,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,022	12,0	0,03	0,03
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,444	238,0	0,63	0,66
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,473	254,0	0,67	0,71
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,354	190,0	0,50	0,53
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,235	126,0	0,33	0,35
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,664	356,0	0,94	0,99
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,544	292,0	0,77	0,81
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,425	228,0	0,60	0,64
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,306	164,0	0,44	0,46
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,188	101,0	0,27	0,28
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,617	331,0	0,88	0,92
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,498	267,0	0,71	0,74
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,259	139,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,568	305,0	0,81	0,85
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,449	241,0	0,64	0,67
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,332	178,0	0,47	0,50
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,212	114,0	0,30	0,32
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,093	50,0	0,13	0,14
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,500	268,0	0,71	0,75
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Vmpp (V)	Impp (A)	S elegida (mm ²)	Tª de servicio conductor	ρ	R (Ω)	L tot	% ΔU	% ΔP
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,302	162,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,185	99,0	0,26	0,28
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,731	392,0	1,04	1,09
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,611	328,0	0,87	0,91
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,492	264,0	0,70	0,74
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,373	200,0	0,53	0,56
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,253	136,0	0,36	0,38
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,136	73,0	0,19	0,20
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,682	366,0	0,97	1,02
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,563	302,0	0,80	0,84
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,444	238,0	0,63	0,66
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,324	174,0	0,46	0,48
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,205	110,0	0,29	0,31
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,088	47,0	0,12	0,13
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,617	331,0	0,88	0,92
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,500	268,0	0,71	0,75
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,022	12,0	0,03	0,03
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,675	362,0	0,96	1,01
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,559	300,0	0,80	0,84
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,440	236,0	0,63	0,66
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,322	173,0	0,46	0,48
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,201	108,0	0,29	0,30
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,084	45,0	0,12	0,13
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,617	331,0	0,88	0,92
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,500	268,0	0,71	0,75
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,022	12,0	0,03	0,03
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,600	322,0	0,85	0,90
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,481	258,0	0,68	0,72
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,362	194,0	0,51	0,54
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,244	131,0	0,35	0,36
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,123	66,0	0,18	0,18
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,071	38,0	0,10	0,11
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,263	141,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,144	77,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,634	340,0	0,90	0,95
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,516	277,0	0,73	0,77

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	 INGENIERIA Y PROYECTOS
-------------------	--	--

Vmpp (V)	Impp (A)	S elegida (mm ²)	T ^a de servicio conductor	ρ	R (Ω)	L tot	% ΔU	%ΔP
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,617	331,0	0,88	0,92
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,500	268,0	0,71	0,75
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,022	12,0	0,03	0,03
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,641	344,0	0,91	0,96
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,524	281,0	0,75	0,78
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,404	217,0	0,58	0,60
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,287	154,0	0,41	0,43
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,166	89,0	0,24	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,048	26,0	0,07	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,660	354,0	0,94	0,99
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,541	290,0	0,77	0,81
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,421	226,0	0,60	0,63
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,302	162,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,183	98,0	0,26	0,27
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,065	35,0	0,09	0,10
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,628	337,0	0,89	0,94
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,500	268,0	0,71	0,75
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,022	12,0	0,03	0,03
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,524	281,0	0,75	0,78
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,404	217,0	0,58	0,60
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,287	154,0	0,41	0,43
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,166	89,0	0,24	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,048	26,0	0,07	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,667	358,0	0,95	1,00
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,541	290,0	0,77	0,81
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,421	226,0	0,60	0,63
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,302	162,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,183	98,0	0,26	0,27
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,065	35,0	0,09	0,10
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,559	300,0	0,80	0,84
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,440	236,0	0,63	0,66
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,321	172,0	0,46	0,48
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,022	12,0	0,03	0,03
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,650	349,0	0,93	0,97
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,526	282,0	0,75	0,79
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,406	218,0	0,58	0,61
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,287	154,0	0,41	0,43

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	 INGENIERIA Y PROYECTOS
-------------------	--	--

Vmpp (V)	Impp (A)	S elegida (mm ²)	Tª de servicio conductor	ρ	R (Ω)	L tot	% ΔU	%ΔP
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,168	90,0	0,24	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,048	26,0	0,07	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,542	291,0	0,77	0,81
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,423	227,0	0,60	0,63
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,306	164,0	0,44	0,46
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,185	99,0	0,26	0,28
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,067	36,0	0,10	0,10
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,559	300,0	0,80	0,84
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,440	236,0	0,63	0,66
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,321	172,0	0,46	0,48
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,201	108,0	0,29	0,30
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,084	45,0	0,12	0,13
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,101	54,0	0,14	0,15
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,220	118,0	0,31	0,33
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,500	268,0	0,71	0,75
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,541	290,0	0,77	0,81
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,421	226,0	0,60	0,63
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,302	162,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,183	98,0	0,26	0,27
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,063	34,0	0,09	0,09
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,567	304,0	0,81	0,85
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,447	240,0	0,64	0,67
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,330	177,0	0,47	0,49
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,211	113,0	0,30	0,31
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,093	50,0	0,13	0,14
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,212	114,0	0,30	0,32
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,194	104,0	0,28	0,29
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,313	168,0	0,45	0,47
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,185	99,0	0,26	0,28
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,302	162,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,201	108,0	0,29	0,30
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,116	62,0	0,16	0,17
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,500	268,0	0,71	0,75
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,527	283,0	0,75	0,79
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,403	216,0	0,57	0,60
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,283	152,0	0,40	0,42
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,164	88,0	0,23	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,045	24,0	0,06	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,419	225,0	0,60	0,63

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	 INGENIERIA Y PROYECTOS
-------------------	--	--

Vmpp (V)	Impp (A)	S elegida (mm ²)	T ^a de servicio conductor	ρ	R (Ω)	L tot	% ΔU	% ΔP
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,300	161,0	0,43	0,45
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,181	97,0	0,26	0,27
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,063	34,0	0,09	0,09
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,436	234,0	0,62	0,65
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,317	170,0	0,45	0,47
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,198	106,0	0,28	0,30
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,080	43,0	0,11	0,12
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,335	180,0	0,48	0,50
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,216	116,0	0,31	0,32
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,097	52,0	0,14	0,14
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,403	216,0	0,57	0,60
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,380	204,0	0,54	0,57
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,261	140,0	0,37	0,39
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,142	76,0	0,20	0,21
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,022	12,0	0,03	0,03
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,283	152,0	0,40	0,42
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,164	88,0	0,23	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,045	24,0	0,06	0,07
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,181	97,0	0,26	0,27
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,063	34,0	0,09	0,09
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,198	106,0	0,28	0,30
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,078	42,0	0,11	0,12
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,214	115,0	0,31	0,32
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,097	52,0	0,14	0,14
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,239	128,0	0,34	0,36
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,112	60,0	0,16	0,17
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,130	70,0	0,19	0,19
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,147	79,0	0,21	0,22
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,164	88,0	0,23	0,25
1175,3	16,73	10	40,6	0,018639	0,181	97,0	0,26	0,27

5.2.2 TRAMO DESDE INVERSORES HASTA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Se calcula la caída de tensión en corriente alterna en los conductores entre los inversores y el cuadro de baja tensión del centro de transformación de la planta.

Las fórmulas empleadas para estos cálculos son las siguientes:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)}{N} \quad [3]$$

$$R = \frac{\rho}{S} \times 10^6 \quad [4]$$

Donde:

ΔU	Caída de tensión [V]
L	Longitud del conductor [m]
I	Intensidad nominal [A]
N	Número de conductores por fase
R	Resistencia por unidad de longitud del conductor [Ω/m]
X	Reactancia por unidad de longitud del conductor [Ω/m]
$\cos\varphi$	Factor de potencia
ρ	Resistividad del conductor [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]
S	Sección del conductor [mm^2]

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el tramo de inversores a centro de transformación, obteniendo una caída de tensión máxima del **1,49%**.

Inversor	Potencia inversor	Vn (V)	In (A)	S elegida (mm^2)	Tª de servicio conductor	ρ	R (Ω)	L mediciones	Nº Circuitos	% ΔU
Inverter 1-1	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,029	998	1	1,49
Inverter 1-2	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,027	917	1	1,37
Inverter 1-3	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,018	604	1	0,90
Inverter 1-4	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,013	450	1	0,67
Inverter 1-5	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,011	381	1	0,57
Inverter 1-6	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,010	340	1	0,51
Inverter 1-7	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,018	631	1	0,94
Inverter 1-8	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,013	444	1	0,66
Inverter 1-9	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,007	252	1	0,38
Inverter 1-10	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,004	136	1	0,20
Inverter 1-11	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,002	58	1	0,09
Inverter 1-12	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,002	74	1	0,11
Inverter 1-13	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,003	115	1	0,17
Inverter 1-14	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,005	157	1	0,23
Inverter 1-15	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,006	213	1	0,32
Inverter 1-16	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,008	277	1	0,41
Inverter 1-17	300	800	238,2	400	77,7	0,034833	0,010	345	1	0,52

6 CÁLCULO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN

Este proyecto se compone de un circuito con los siguientes tramos:

- Tramo del CT1 a CMC (subterráneo)
- Tramo del CMC a SET Atlanterra 66/20kV (subterráneo)

Se han realizado los cálculos necesarios para optimizar los circuitos de media tensión en 20 kV de cada uno de los tramos indicados.

6.1 CRITERIO POR INTENSIDAD MÁXIMA

Para el cálculo según el criterio de intensidad máxima, en primer lugar se tiene que definir la potencia máxima que se puede requerir en cada circuito:

La potencia máxima que deberá evacuar el centro de transformación será la suma de la potencia de su transformador y la que provenga de posibles centros de transformación aguas abajo del mismo circuito de MT.

Por tanto, la intensidad máxima para cada tramo se calculará según la siguiente fórmula:

$$I = \frac{\sum P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad [5]$$

Donde:

P	Potencia máxima [W]
V	Tensión nominal de media tensión [V]
I	Intensidad máxima [A]
$\cos \varphi$	Factor de potencia

Condiciones de instalación:

- Tramo del CT1 a CMC: Línea MT subterránea directamente enterrada
- Tramo del CMC a SET: Línea MT subterránea directamente enterrada

Según estas condiciones de instalación y la corriente máxima que pasará por cada tramo, se selecciona una sección de conductor que permita cumplir el valor de corriente máxima y a su vez cumpla el los criterios de caída de tensión máxima y de cortocircuito.

Se aplicarán los correctores pertinentes según tipo de instalación, aplicando una disminución de la intensidad máxima admitida por el cable que dependerá de temperatura ambiente, número de ternas, profundidad de zanja...

- Factor de corrección por número de ternas

	Separación (200 mm)
1 terna	1,0000
2 ternas	0,8200
3 ternas	0,7300

- Factor de corrección por profundidad de zanja de 1 m

Sección	Factor
$\leq 185 \text{ mm}^2$	0,9804
$> 185 \text{ mm}^2$	0,9709

- Factor de corrección por resistividad térmica del terreno

Resistividad	Factor
$1,5 \text{ K}\cdot\text{m/W}$	1

- Factor de corrección por temperatura del terreno

Temperatura del terreno	Factor
$25 \text{ }^\circ\text{C}$	0,9636

- Factor de corrección por temperatura ambiente

Temperatura ambiente	Factor
$40 \text{ }^\circ\text{C}$	1

6.2 CRITERIO POR MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN

La fórmula aplicada para determinar la caída de tensión será:

$$\Delta U(\%) = \frac{(\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi))}{U} \cdot 100 \quad [6]$$

Donde:

$\Delta U(\%)$	Caída de tensión [%]
U	Tensión nominal [V]
L	Longitud del conductor [km]
I	Intensidad de corriente máxima [A]
$\cos \varphi$	Factor de potencia
R	Resistencia por unidad de longitud del conductor [Ω/m]
X	Reactancia por unidad de longitud del conductor [Ω/m]

6.3 CRITERIO DE MÁXIMA PÉRDIDA DE POTENCIA

También se prestará especial atención a las pérdidas por efecto Joule, que se calculan con la siguiente ecuación:

$$\Delta P(W) = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 \quad [7]$$

Donde:

$\Delta P(W)$	Pérdida de potencia [W]
R	Resistencia del circuito [Ω/m]
L	Longitud del conductor [m]
I	Intensidad de corriente máxima [A]

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Se han previsto tramos subterráneos con ternas de 150 mm² de sección, en aluminio, RHZ1-OL. El número de circuitos de cada tramo podrá ser ampliable según las características de los equipos y materiales disponibles en la fase de construcción del proyecto.

Con lo expuesto anteriormente se han confeccionado unas tablas de cálculo en la que se comprueba que las distintas líneas de MT que componen el proyecto, con las distintas magnitudes expuestas por columnas, cumplen sobradamente los criterios de cálculo siguientes:

- Caída de tensión promedio menor del 1,5%.
- Grado de utilización posible del cable del 1,5%.

- Circuito 1

CÁLCULO DE RED 20 kV según RLAT-2008: CIRCUITO nº 1										Frecuencia de la Red = 50 Hz					
DE POSICIÓN	A POSICIÓN	POTENCIA Acumulada	INTENSIDAD Acumulada	LONGITUD Cálculo	Nº de TERNAS	TIPO Instalación	Nº de Conductores	SECCIÓN	Coeficientes Correctores de Intensidad	INTENSIDAD MÁXIMA	Grado utilización cable	Resistencia	Reactancia	CAÍDA TENSIÓN Acumulada	POTENCIA PÉRDIDA Acumulada
									K						
									Kt·Kr·Ka·Kp	K·I					
		(kW)	(A)	(km)				(mm ²)		(A)	(%)	(Ω/km)	(Ω/km)	(%)	(%)
CT1	CMC	5500	171,090	0,459	1	Enterrado	1	150	0,9447	265,469	64,4	0,263	0,110	0,194	0,193
CMC	SET	5500	171,090	1,961	1	Enterrado	1	150	0,9447	265,469	64,4	0,263	0,110	1,021	1,015

7 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO

7.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO

Con el objeto de verificar las características de la aparamenta eléctrica y conductores en la PSFV "ROMANO", se ha realizado un estudio detallado de cortocircuito en el sistema de media tensión.

Tal y como se indica en IEC 60909-0, se han considerado las siguientes hipótesis para obtener los máximos valores de corriente de cortocircuito. El factor C_{max} debe ser aplicado para los casos de alta y media tensión en el escenario más restrictivo (máxima corriente de cortocircuito) tal como se indica en Tabla 1 de IEC 60909-0.

Table 1 – Voltage factor c

Nominal voltage U_n	Voltage factor c for the calculation of	
	maximum short-circuit currents: $c_{max}^{1)}$	minimum short-circuit currents: c_{min}
Low voltage 100 V to 1 000 V (IEC 60038, table I)	1,05 ³⁾ 1,10 ⁴⁾	0,95
Medium voltage >1 kV to 35 kV (IEC 60038, table III)	1,10	1,00
High voltage²⁾ >35 kV (IEC 60038, table IV)		

¹⁾ $c_{max} U_n$ should not exceed the highest voltage U_m for equipment of power systems.

²⁾ If no nominal voltage is defined $c_{max} U_n = U_m$ or $c_{min} U_n = 0,90 \times U_m$ should be applied.

³⁾ For low-voltage systems with a tolerance of +6 %, for example systems renamed from 380 V to 400 V.

⁴⁾ For low-voltage systems with a tolerance of +10 %.

El cálculo se realiza con el software Power Factory de DigSILENT siguiendo los criterios normativos de la UNE-EN 60909.

A continuación, se recoge en la siguiente tabla los valores máximos admisibles de corriente por conductor según su sección y durante 1s según reglamento.

Sección [mm ²]	Corriente Admisible (1s) [kA]
150	14,10
240	22,56
400	37,60
500	47,00
630	59,22

Se comparan estos valores con los valores de corriente de cortocircuito para el nivel de tensión que une cada circuito de la PSFV "ROMANO" hasta la subestación, y se comprueba que la corriente admisible está por encima de la máxima.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

En la fase de ingeniería de detalle y construcción, será preciso rehacer los cálculos con los valores finalmente aportados por red y fabricantes.

7.2 MODELIZACIÓN DEL CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO

Se ha modelado el cálculo de cortocircuito trifásico. Los datos de entrada estimados en el estudio se indican a continuación.

- RED:

Potencia cortocircuito [MVA] ¹	554,25
Corriente cortocircuito [kA]	16 kA
$X/R_{\max}$	11,07
$X/R_{\min}$	3

- TRANSFORMADOR CENTRO TRANSFORMADOR INVERSOR FOTOVOLTAICO

Relación tensión [kV]	20 / 0,8
Conexión	Dy11
Impedancia cortocircuito [%]	6

A continuación, se indican las intensidades de cortocircuito trifásico calculadas para cada nivel de tensión.

Terminal	Tensión nominal (kV)	S_k (MVA)	I_k (kA)	i_p (kA)	I_{th} (kA)
BMT_SET ATLANTERRA	20	554,24	16	39,99	16,30
BMT_CT-01	20	347,5	10,032	18,351	10,073

Donde:

BMT: Barra de media tensión
CT-fv: centro de transformación fotovoltaico
 S_k : Potencia cortocircuito en MVA.
 I_k : Corriente cortocircuito simétrica inicial.
 i_p : Corriente máxima
 I_{th} : Corriente térmica

7.3 CONCLUSIÓN

Con el estudio realizado, se observa que el dimensionado de los cables cumple con la capacidad de cortocircuito necesaria, siendo la capacidad de éstos, superior a los valores calculados en las diferentes barras.

De igual forma, se establece que las celdas de media tensión, cumplen con los valores de diseño de 16kA en los centros de transformación de inversores fotovoltaicos.

¹ Según IEC 60076-5

8 CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DE LA PLANTA

El cálculo de producción de energía de una planta fotovoltaica es muy complejo ya que entran en juego muchas variables como los datos meteorológicos del emplazamiento, los modelos de los equipos principales que componen la instalación (módulo e inversor), junto con la configuración mecánica y eléctrica y diferentes coeficientes de pérdidas, causadas por sombreados, caídas de tensión, rendimientos de equipos, acoplamiento, suciedad, etc.

Por ello, se hace imprescindible utilizar herramientas específicas que ayuden a obtener unos datos fiables del comportamiento del sistema, no sólo a lo largo del año sino durante la vida útil de la planta. En este caso, para realizar estos cálculos se ha utilizado el software PVSyst.

8.1 PÉRDIDAS DEL SISTEMA

En este apartado se describen las pérdidas que se han considerado en el cálculo de producción de la planta:

8.1.1 DEPENDENCIA DE LA EFICIENCIA DE LOS MÓDULOS CON LA TEMPERATURA

La temperatura es uno de los factores más influyentes en el funcionamiento de una instalación fotovoltaica. La potencia pico de los módulos se mide en laboratorio con una radiación solar de 1000 W/m², una temperatura en la célula solar de 25°C y un espectro solar tipo AM 1,5.

Sin embargo, estas condiciones de laboratorio son difícilmente reproducibles en el funcionamiento real del módulo fotovoltaico. En especial en lo que se refiere a la temperatura de la célula solar, que normalmente está 20°C por encima de la temperatura ambiente. Este sobrecalentamiento del módulo solar hace que su rendimiento y, por lo tanto, la potencia útil que es capaz de generar, disminuya. Las zonas que tengan viento permitirán una mayor evacuación del calor, con el que el rendimiento de los módulos se verá mejorado.

La temperatura media de la célula durante las horas de sol se calcula de la siguiente manera:

$$T_{célula} = T_{amb} + (T_{noc} - 20) \cdot \frac{I}{800} \quad [8]$$

$$\%_{pérdidas \text{ por temperatura}} = T_{célula} \cdot Coeficiente_{pérdidas} \quad [9]$$

Donde:

T_{amb}	Temperatura del ambiente [°C]
T_{noc}	temperatura de operación nominal del módulo que corresponde a una irradiación solar de 800 W/m ² , con viento de velocidad de 1 m/s y 20°C de temperatura ambiente [°C]
I	Irradiancia solar media del mes considerado [W/m ²]

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

8.1.2 PÉRDIDAS EN EL CABLEADO POR CAÍDA DE TENSIÓN

Se calcularán las pérdidas en el cableado debido a la caída de tensión tanto en BT (CC y CA) como en MT.

Para los conductores de BT en CC y CA se cumplirá siempre que la caída de tensión promedio no es superior al 1,5% en cada uno de los casos, siguiendo la recomendación del IDAE en su Pliego de Condiciones Técnicas (cableado CC) y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002) para instalaciones de generación conectadas en baja tensión (cableado AC).

Del mismo modo, los conductores de CA en MT deberán tener un valor promedio de caída de tensión inferior al 3%.

Según los resultados obtenidos en los apartados anteriores, la caída de tensión en cada uno de los tramos será:

- Caída de tensión promedio en BT CC: 0,4%
- Caída de tensión promedio en BT CA: 0,56%
- Caída de tensión promedio en MT: 1%

8.1.3 PÉRDIDAS POR SUCIEDAD

Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0% tras un día de lluvia y llegar al 4% cuando los módulos acumulan mucha suciedad. Sin embargo, esto no sólo depende de la cantidad de lluvia, sino también de la inclinación de los módulos fotovoltaicos, la proximidad a zonas industriales, carreteras, etc. La presencia de una capa de polvo uniforme sobre el vidrio templado del módulo dará lugar a una disminución de la corriente y tensión entregada por el generador fotovoltaico. Por otro lado, la presencia de suciedades localizadas (como puede ser el caso de hojas y/o excrementos de aves) da lugar a un aumento de las pérdidas de conexión y a las pérdidas por formación de puntos calientes.

Se recomienda prever pérdidas en el rango de 2% por suciedad y polvo.

8.1.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL INVERSOR

El inversor, que es el componente que mediante transformaciones electrónicas convierte la energía en corriente continua procedente de los módulos en corriente alterna, tiene unos rendimientos específicos.

La eficiencia tiene en cuenta los diferentes rendimientos del inversor a distinta carga del sistema. Además, el inversor hace el seguimiento del punto de máxima potencia por sucesivas aproximaciones, por lo que en ese proceso se produce una ligera pérdida de eficiencia.

Se considera una eficiencia máxima de los inversores del 99%.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

8.1.5 PÉRDIDAS POR SOMBRAS

Las estructuras solares deben tener una separación entre ellas suficiente para evitar pérdidas por sombreados. Sin embargo, siguen existiendo perdidas en la componente difusa de la radiación que llega a los módulos fotovoltaicos debido al efecto de unos bastidores con otros.

Estas pérdidas se minimizan al escoger una distancia de separación suficiente entre ejes de estructuras.

Esta instalación se ha diseñado con una separación de 4,5m entre ejes de estructuras, lo que permite tener una ocupación de terreno mínima y unas pérdidas bajas por sombreado.

8.1.6 LAS PÉRDIDAS POR ACOPLAMIENTO

Son pérdidas energéticas originadas por la conexión de módulos fotovoltaicos de potencias ligeramente diferentes para formar una cadena.

Esto tiene su origen en el hecho de que, si conectamos dos o varios módulos en serie con diferentes corrientes, el módulo de menor corriente limitará la corriente de la serie completa, haciendo de cuello de botella de corriente. El efecto en esa serie será que la potencia de cada módulo se limitará a la potencia del módulo de menor potencia que es el que crea ese cuello de botella de corriente.

Estas pérdidas se reducirán mediante una instalación ordenada en potencia (o en corrientes en el punto de máxima potencia) de los módulos fotovoltaicos, así como la utilización de diodos de bypass, por lo que se consideran valores en torno al 1% - 2,5% para las mismas.

8.1.7 LAS PÉRDIDAS DEL TRANSFORMADOR

Se consideran unas pérdidas totales (en vacío y en carga) del transformador BT/MT de un 1,1% para los transformadores de los centros de transformación.

8.2 RESULTADOS

Teniendo en cuenta las condiciones de la instalación detalladas en el apartado 3 (tanto la base de datos meteorológicos utilizada como los equipos utilizados) y las pérdidas de rendimiento descritas en el apartado anterior, se realiza la simulación mediante el software PVSyst, obteniendo los siguientes resultados de energía generada y PR (Performance Ratio) mensuales:

Mes	Energía generada (MWh)	PR (%)
Enero	722	83,7
Febrero	766	87,2
Marzo	943	87,4
Abril	1016	86,9
Mayo	1196	86,5
Junio	1220	86,2
Julio	1239	85,2
Agosto	1205	84,7
Septiembre	1051	84,5
Octubre	930	85,8
Noviembre	727	83,6
Diciembre	669	81,2
Anual	11684	85,4

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

9 CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

9.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

El generador fotovoltaico proporcionará unos niveles de protección adecuados frente a contacto directo e indirecto. Todas las masas de la instalación a proteger y los conductores accesibles se conectarán a tierra, para evitar que puedan aparecer en un momento dado, diferencias de potencial peligrosas entre ambos.

El MGE FV estará formado por una instalación en suelo, con su propio centro de transformación para elevar la tensión de salida de los inversores a la tensión de la red de conexión.

9.1.1 INSTALACIÓN EN SUELO

La red de tierras de protección será común para toda la instalación y se realizará a través de las zanjas y/o bandejas portacables con cable de Cu desnudo de mínimo 35 mm² para las conducciones de BT y con cable desnudo de Cu de mínimo 50 mm² para las conducciones de MT, conectando a esta red de tierras todas las estructuras metálicas (estructuras soporte de módulos fotovoltaicos, carcasas de cuadros e inversores, bandejas portacables, etc).

Se pondrán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. En concreto, se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos metálicos.
- Las envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las canalizaciones metálicas.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las carcasas de los transformadores.

El vallado perimetral existente también se llevará a tierra mediante colocación de picas de 2 m de largo y un diámetro mínimo de 14,2 mm, y se unirá a la red de tierras general de la planta fotovoltaica en varios puntos para conformar una puesta a tierra común.

Las uniones entre los conductores de puesta a tierra y/o los electrodos de puesta a tierra, se harán mediante abrazaderas, prensas de unión o soldaduras de alto punto de fusión. Los materiales empleados en estas uniones y su forma de ejecución serán resistentes a la corrosión.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

9.1.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

La puesta a tierra de protección del Centro de Transformación y del Centro de Seccionamiento, Protección y Medida estará formada por un anillo perimetral compuesto por un cable de Cu desnudo de 50 mm² y mínimo 4 picas de 2 m de largo y con un diámetro mínimo de 14,2 mm situadas en cada una de las esquinas del Centro.

Las uniones entre los conductores de puesta a tierra y/o los electrodos de puesta a tierra, se harán mediante soldaduras de alto punto de fusión. Los materiales empleados en estas uniones y su forma de ejecución serán resistentes a la corrosión.

9.2 DATOS INICIALES

9.2.1 RESISTIVIDAD DEL TERRENO Y OTROS DATOS DE CÁLCULO

Al no disponer de un estudio de resistividad eléctrica del terreno, se tomará un valor promedio a partir de las mediciones realizadas en campos similares y basados en la experiencia. El terreno de la planta fotovoltaica se ha considerado que presenta el valor de 100 $\Omega \cdot m$.

DATOS DE CÁLCULO		
Resistividad superficial del terreno	$\rho_s (\Omega m)$	100
Espesor de la capa superficial del terreno	$h_s (m)$	0,5
Resistividad de la primera capa del terreno	$\rho_1 (\Omega m)$	100
Espesor de la primera capa del terreno	$h_1 (m)$	5
Resistividad de la capa más profunda del terreno	$\rho_2 (\Omega m)$	100
Profundidad de la malla de puesta a tierra	$h (m)$	1
Peso del cuerpo humano	(kg)	50

9.2.2 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

La corriente de cortocircuito de defecto limitada por la reactancia de puesta a tierra en subestación de conexión de la planta fotovoltaica está limitada a 500 A, este valor es el que se utilizará para el presente estudio.

9.2.3 CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO TOLERABLES

En el presente apartado se procede a calcular las tensiones de paso y contacto tolerables. Para ello se efectúan los siguientes cálculos, según ITC-RAT 13:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right] = U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{z} + 1,5 \rho_s}{1000} \right] \quad [\text{eq.11}]$$

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right] \quad [\text{eq.12}]$$

Donde:

U_c	Tensión de contacto admisible [V]
U_p	Tensión de paso admisible [V]
U_{ca}	Tensión de contacto admisible. Para duración de corriente de falta de 1 segundo se considera, 107 [V]
R_{a1}	Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela es aislante, 2000 [Ω]
ρ_s	Resistividad superficial del terreno, 100 [$\Omega \cdot m$]

Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

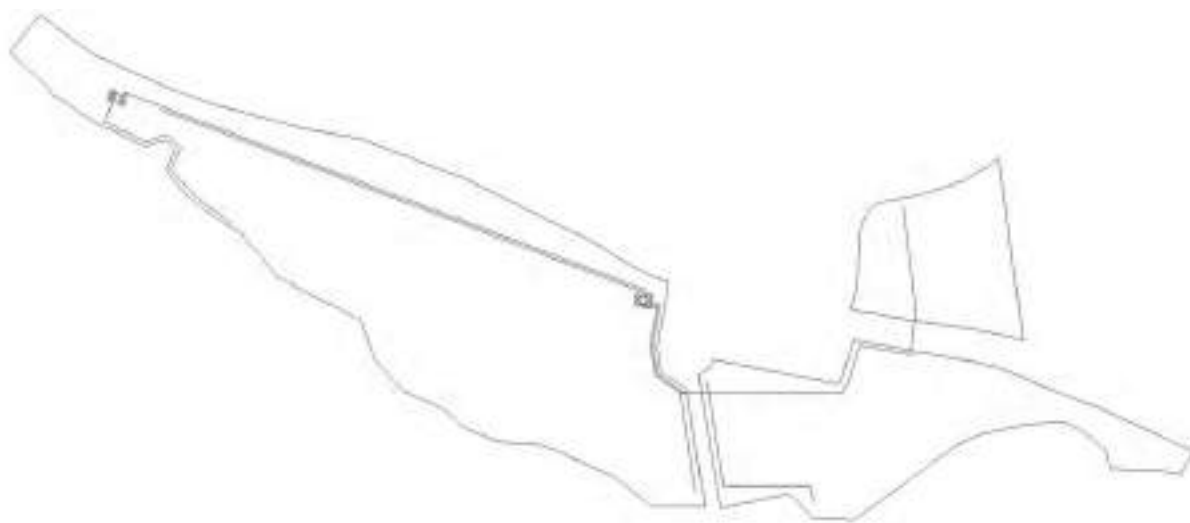
ITC-RAT 13	
Up (V)	Uc (V)
5.992	230,05

9.3 CÁLCULO DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Los cálculos de las tensiones de paso y contacto existentes en la central se realizan con el software ETAP, que mediante el método de elementos finitos calcula la malla con los valores de tensiones de paso y contacto que se producen en la instalación para comprobar que no se superan los valores tolerables.

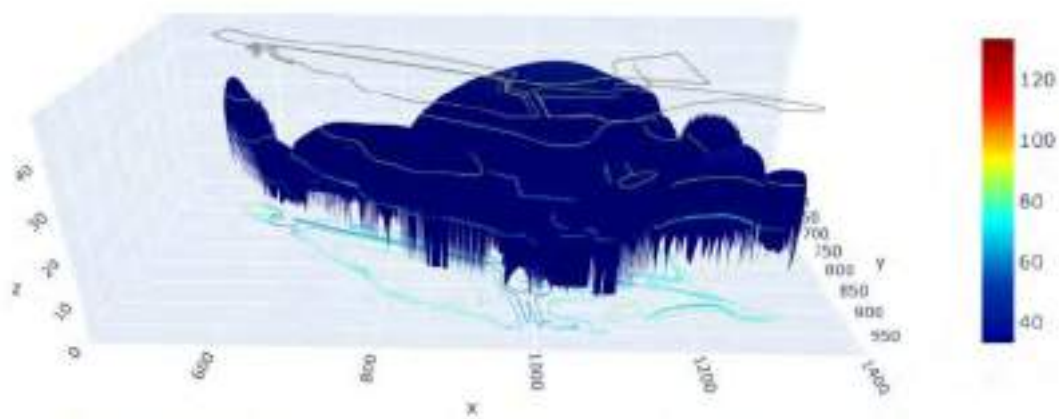
Dado que la red de PaT estará formada por conductores de diferentes secciones, 16, 35 y 50 mm² para realizar los cálculos de tensiones de paso y contacto se ha optado por simplificar la red, de este modo se simula el vallado con conductor de 16 mm² de cobre que corresponde al caso más desfavorable.

A continuación, se muestra la red de PaT empleada para realizar las simulaciones en el software ETAP.



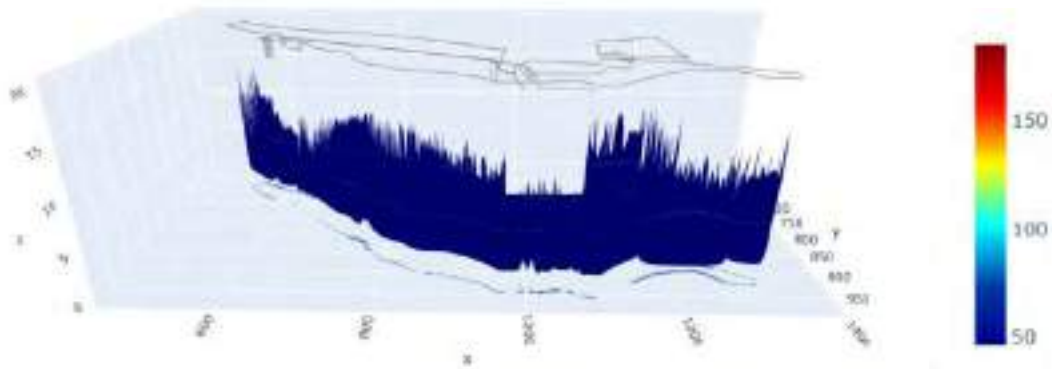
Tensiones de Contacto

Del estudio de los valores, se obtiene que la tensión de contacto máxima calculada es de 44,3 V < 230,05 V (ITC-RAT-13) tensión tolerable, por lo tanto, se está del lado de la seguridad.



Tensiones de Paso

Del estudio de los valores, se obtiene que la tensión de paso máxima calculada es de $18,8 \text{ V} < 5.992 \text{ V}$ (ITC-RAT-13) tensión tolerable, por lo tanto, se está del lado de la seguridad.



Resistencia de puesta a tierra

Del estudio de la puesta a tierra de la PSFV "ROMANO", se obtiene que la puesta a tierra del parque fotovoltaico tiene un valor inferior al valor requerido de 2Ω , concretamente $R = 0,163 \Omega$.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

10 COMPROBACIÓN DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO MÁXIMAS ADMISIBLES EN LAS PANTALLAS DE LOS CABLES CON AISLAMIENTO SECO (SEGÚN APARTADO 6.3 DE ITC-LAT 06)

El cálculo de las pantallas de los cables se realiza según lo dispuesto en la IEC 60949. *"Calculation of thermally permissible short circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects"*.

La pantalla del cableado calculada deberá soportar una intensidad de defecto a tierra menor de 1000 A.

La fórmula para blindajes de cobre o aluminio en forma de cintas o alambres está basada en la energía térmica almacenada y en el límite máximo de temperatura admitido por la aislación y la cubierta, con la hipótesis de que el intervalo de tiempo para el flujo de corriente sea tan pequeño que el calor desarrollado durante el cortocircuito sea contenido en el blindaje.

La temperatura máxima de cortocircuito en el blindaje para cables con cobertura termoplástica es de 200 °C.

$$I_{AD}^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \cdot \ln \left(\frac{\theta_f - \beta}{\theta_i - \beta} \right)$$

Donde:

t = Tiempo de duración del cortocircuito en segundos

K = 226 para el Cu y 148 para Al

S = Sección efectiva del blindaje (mm²)

θ_i = Máxima temperatura de operación, 200°C

θ_f = Máxima temperatura de operación, 85°C para la pantalla

β = 234,5 para el Cu y 228 para el Al

Para el cumplimiento técnico y normativo se realizan las siguientes dos comprobaciones:

- Para un tiempo de actuación de las protecciones de 1 seg y una intensidad adiabática de corriente de defecto de 1000 A, se precisa de una pantalla de sección mínima de pantalla de cobre de 8,2 mm².
- Por otro lado se comprueba que la intensidad adiabática resultante de una sección de 16 mm² de cobre propia del cable para un tiempo de actuación de las protecciones de 1 sg. Y se comprueba que la pantalla es capaz de soportar corrientes de cortocircuito de 2000 A, superior al mínimo establecido.

Por lo tanto, se comprueba que la pantalla del cable de 16 mm² de cobre es totalmente suficiente.

Anexo 03. Estudio de Producción

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: PV ROMANO

Variante: PTA ROMANO_5,5kW

Estructura fija

Potencia del sistema: 6552 kWp

Zahara de los Atunes - España



Proyecto: ROMANO

Variante: PTA ROMANO_336

PVsyst V8.0.18

VC1, Fecha de simulación:
27/11/25 09:50
con V8.0.18

INPROIN 2004, S.L (Spain)

Resumen del proyecto

Sitio geográfico

Zahara de los Atunes

España

Situación

Latitud 36.13 °(N)
Longitud -5.80 °(W)
Altitud 41 m
Zona horaria UTC+1

Configuración del proyecto

Albedo 0.20

Datos meteo

Zahara de los Atunes

Meteonorm 8.2 (2001-2020), Sat=100% - Sintético

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red

Orientación #1

Plano fijo

Inclinación/Azimet 30 / 0 °

Estructura fija

Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

Información del sistema

Generador FV

Núm. de módulos

Pnom total

8400 unidades

6552 kWp

Inversores

Núm. de unidades

Potencia total

Límite de potencia de red

Proporción de red lim. Pnom

17 unidades

5100 kVA

5500 kWca

1.191

Resumen de resultados

Energía producida	11684 MWh/año	Producción específica	1783 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	85.37 %
Energía aparente	11684 MVAh/año			Prop. rend. bifacial	82.10 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Herramienta de envejecimiento	10
Evaluación P50 - P90	12
Diagrama unifilar	13



Proyecto: ROMANO

Variante: PTA ROMANO_336

PVsyst V8.0.18

VC1, Fecha de simulación:
27/11/25 09:50
con V8.0.18

INPROIN 2004, S.L (Spain)

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Orientación #1

Plano fijo

Inclinación/Azimet 30 / 0 °

Modelos usados

Transposición Perez

Difuso Perez, Meteonorm

Circunsolar separado

Definición del sistema bifacial

Orientación #1

Sistema bifacial

Modelo Modelo 2D de cobertizos ilimitados

Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 4.50 m
Ancho cobertizos 2.47 m
Ángulo límite de perfil 27.5 °
PCS Bifacial 54.8 %
Altura sobre el suelo 0.80 m
Núm. de cobertizos 79 unidades

Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20
Factor de bifacialidad 75 %
Fact. sombreado trasero 1.0 %
Fact. desajuste trasero 5.0 %
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

Punto de inyección de red

Limitación de potencia de red

Potencia activa 5500 kWca
Proporción Pnom 1.191
Límite aplicado en el punto de inyección

Estructura fija

Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 225 unidades
Conjunto de Generadores FV
Ángulo límite de sombreado
Ángulo límite de perfil 27.5 °

Horizonte

Altura promedio 4.6 °

Tamaños

Espaciado entre cobertizos 4.50 m
Ancho de sensor 2.47 m
PCS Sombreado 54.8 %

Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

Características del generador FV

Módulo PV

Fabricante AIKO
Modelo AIKO-A780-GRH78Dw_Bifacial
(Definición de parámetros personalizados)
AIKO-A780-GRH78Dw_Bifacial.PAN
Unidad Nom. Potencia 780 Wp
Número de módulos FV 8400 unidades
Nominal (STC) 6552 kWp
Módulos 350 cadena x 24 En serie
En cond. de funcionam. (50°C)
Pmpp 5959 kWp
U mpp 1063 V
I mpp 5607 A

Inversor

Fabricante Huawei Technologies
Modelo SUN2000-330KTL-H1
(Base de datos PVsyst original)
Unidad Nom. Potencia 300 kVA
Número de inversores 17 unidades
Potencia total 5100 kVA
Voltaje de funcionamiento 550-1500 V
Potencia máx. (=>30°C) 330 kVA
Proporción Pnom (CC:CA) 1.28
Límite adelanto Cos(phi) mín 0.800
Límite retardo Cos(phi) mín 0.800
Reparto de potencia en este inversor



Proyecto: ROMANO

Variante: PTA ROMANO_336

PVsyst V8.0.18

VC1, Fecha de simulación:
27/11/25 09:50
con V8.0.18

INPROIN 2004, S.L (Spain)

Características del generador FV

Potencia FV total

Nominal (STC)	6552 kWp
Total	8400 módulos
Área del módulo	26980 m²
Área celular	24491 m²

Potencia total del inversor

Potencia total	5100 kVA
Potencia máx.	5610 kWca
Número de inversores	17 unidades
Proporción Pnom	1.28

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida	2.0 %
------------------	-------

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	0.84 mΩ
Frac. de pérdida	0.40 % en STC

LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida	2.0 %
------------------	-------

Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida	0.30 %
------------------	--------

Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida	1.00 % en MPP
------------------	---------------

Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida	0.10 %
------------------	--------

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Fresnel, revestimiento AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.963	0.892	0.814	0.679	0.438	0.000

Pérdidas del sistema

Pérdidas auxiliares

Proporcional a la potencia 1.0 W/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	0.56 % en STC

Inversor: SUN2000-330KTL-H1

Sección cables (17 Inv.)	Alu 17 x 3 x 240 mm²
Longitud media de los cables	72 m

Línea MV hasta inyección

Voltaje MV	20 kV
Cables	Alu 3 x 120 mm²
Longitud	2350 m
Frac. de pérdida	1.00 % en STC

Pérdidas de CA en transformadores

Transfo MV

Voltaje medio	20 kV
---------------	-------

Parámetros del transformador

Potencia nominal en STC	6.48 MVA
Iron Loss (Conexión 24/24)	6.48 kVA
Fracción de pérdida de hierro	0.10 % en STC
Pérdida cobre	64.88 kVA
Fracción de pérdida de cobre	1.00 % en STC
Resistencia equivalente de bobinas	3 x 0.99 mΩ



Definición del horizonte

Horizon from PVGIS website API, Lat=36°7'36", Long=-5°48'31", Alt=41m

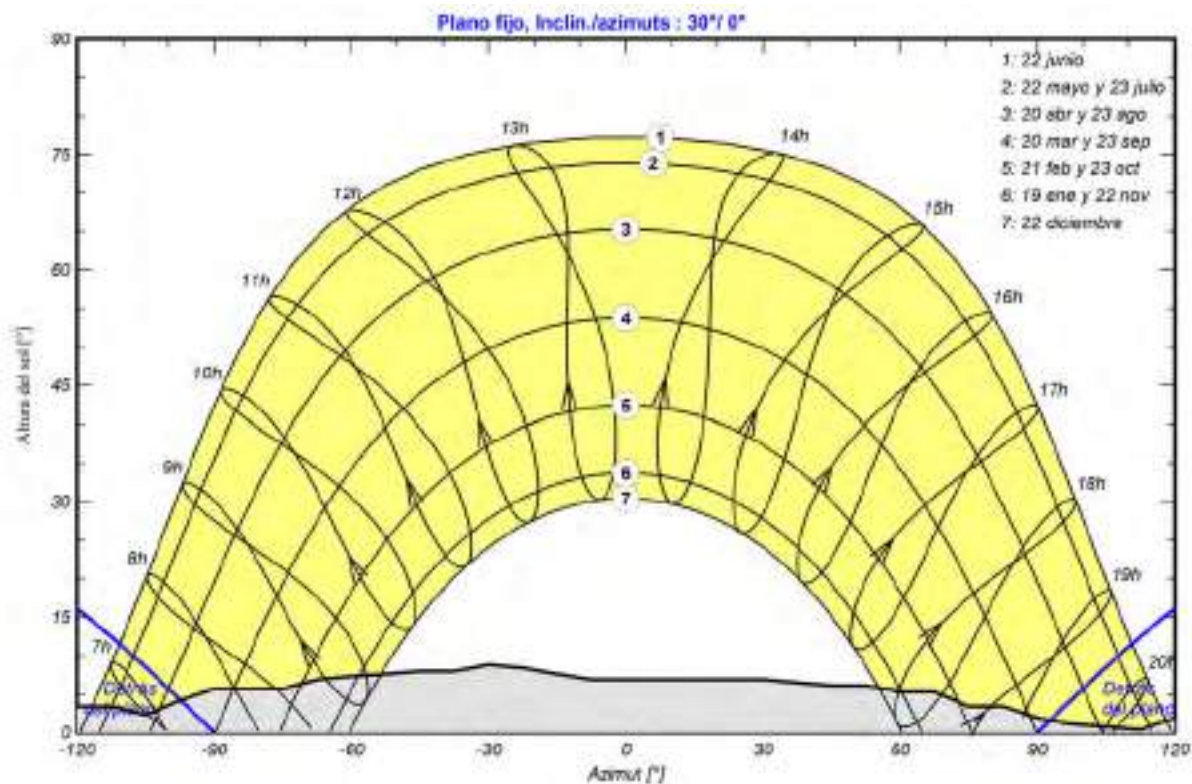
Altura promedio	4.6 °	Factor Albedo	0.64
Factor difuso	0.95	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azmut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-113	-105	-98	-90	-75	-68
Altura [°]	2.7	3.1	3.4	3.1	3.4	3.4	2.7	3.4	3.4	2.3	4.2	5.7	5.7	6.9
Azmut [°]	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	30	38	45	53	60	68
Altura [°]	7.3	7.6	8.0	8.0	8.8	8.4	7.6	6.9	6.9	6.5	6.1	6.1	5.3	5.3
Azmut [°]	75	83	90	98	105	113	120	128	135	143	158	165	173	180
Altura [°]	3.4	3.4	1.9	1.1	0.8	0.4	1.9	1.9	2.3	2.7	2.7	1.9	2.7	2.7

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

Orientación #1





Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

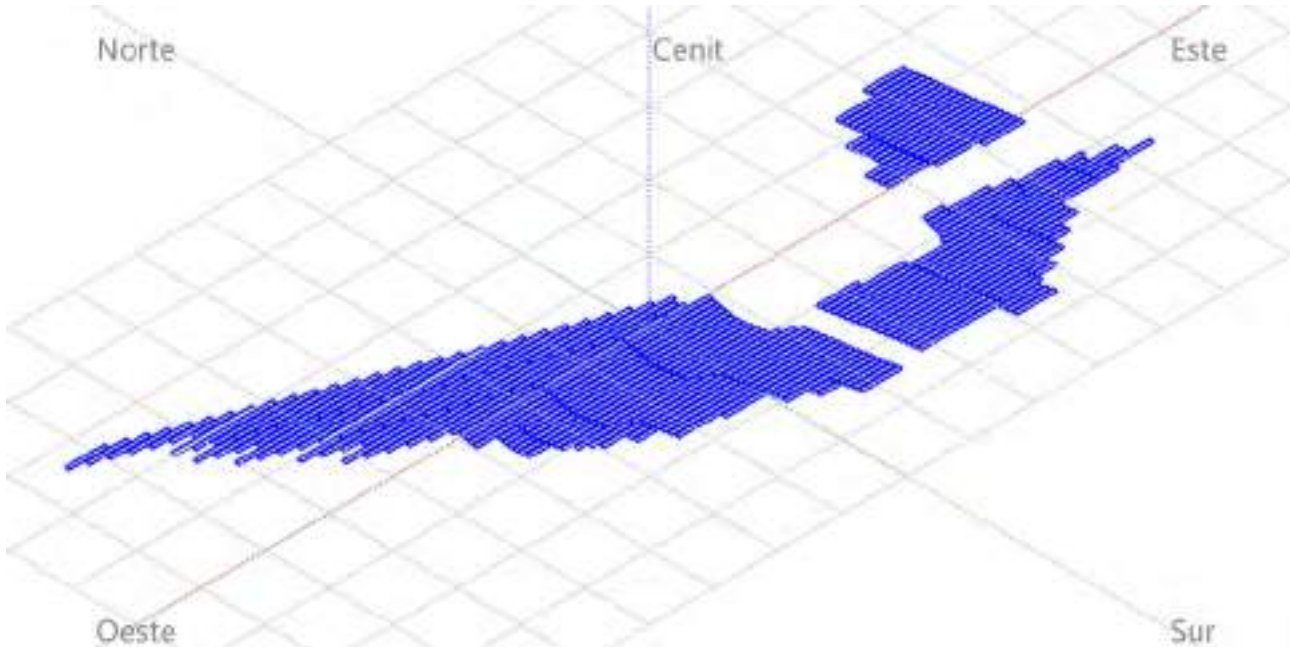
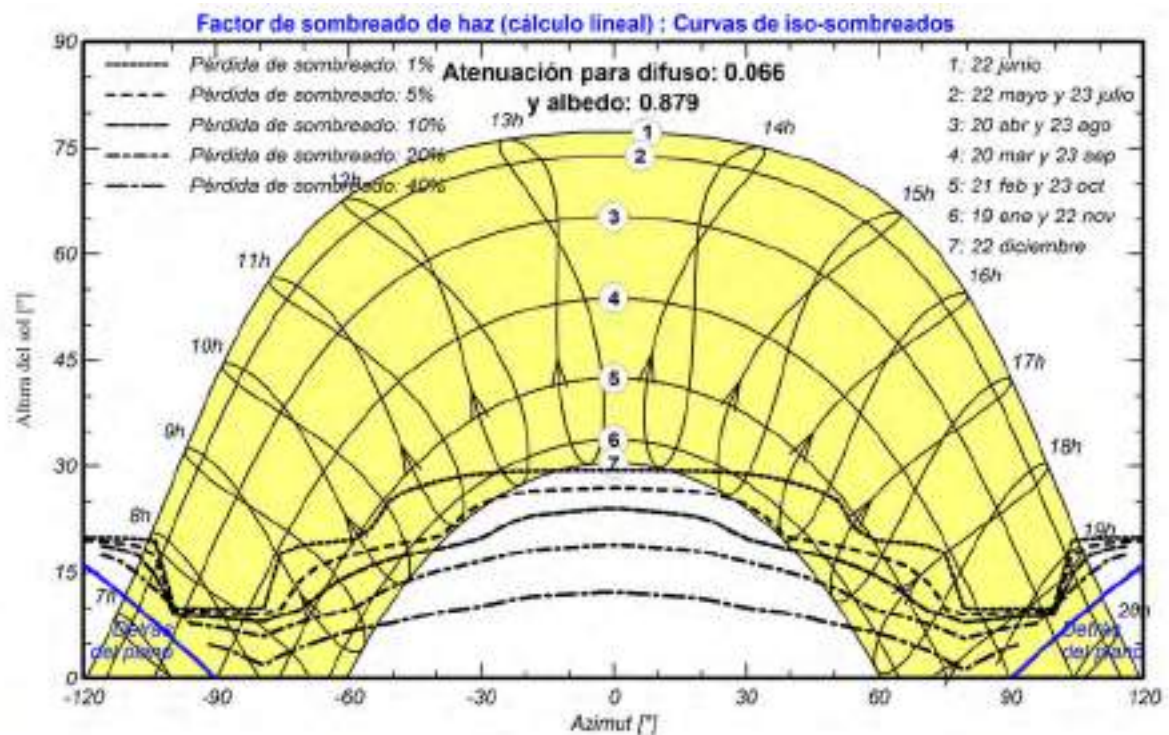


Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1 - Plano fijo, Inclín./azimuts : 30°/ 0°





Proyecto: ROMANO

Variante: PTA ROMANO_336

PVsyst V8.0.18

VC1, Fecha de simulación:

27/11/25 09:50

con V8.0.18

INPROIN 2004, S.L (Spain)

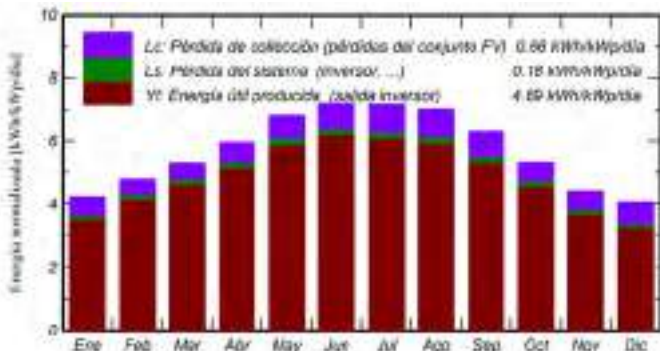
Resultados principales

Producción del sistema

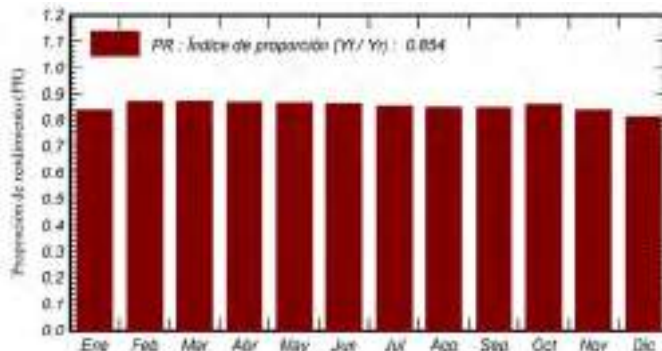
Energía producida 11684 MWh/año
Energía aparente 11684 MVAh/año

Producción específica 1783 kWh/kWp/año
Proporción rend. PR 85.37 %
Prop. rend. bifacial 82.10 %

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	PRBifi proporción
Enero	83.3	31.73	11.94	131.6	118.2	748	722	0.837	0.822
Febrero	96.5	37.18	12.60	134.1	125.2	794	766	0.872	0.846
Marzo	136.9	59.98	14.72	164.8	153.9	977	943	0.874	0.841
Abril	168.3	72.27	16.45	178.5	166.5	1052	1016	0.869	0.831
Mayo	217.1	71.92	19.45	211.1	197.6	1239	1196	0.865	0.822
Junio	232.5	71.00	22.20	216.0	202.2	1263	1220	0.862	0.816
Julio	233.9	73.26	24.61	222.0	207.9	1283	1239	0.852	0.808
Agosto	209.6	70.05	24.93	217.1	204.0	1248	1205	0.847	0.810
Septiembre	163.3	49.26	22.31	189.8	178.9	1089	1051	0.845	0.814
Octubre	125.7	49.28	19.73	165.5	155.0	963	930	0.858	0.830
Noviembre	87.0	30.84	15.29	132.7	120.9	755	727	0.836	0.819
Diciembre	75.8	28.41	13.21	125.6	110.4	693	669	0.812	0.801
Año	1830.0	645.18	18.15	2088.9	1940.6	12105	11684	0.854	0.821

Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global
DiffHor Irradiación difusa horizontal
T_Amb Temperatura ambiente
GlobInc Global incidente plano receptor
GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto
E_Grid Energía inyectada en la red
PR Proporción de rendimiento
PRBifi Coeficiente de rendimiento bifacial



Proyecto: ROMANO

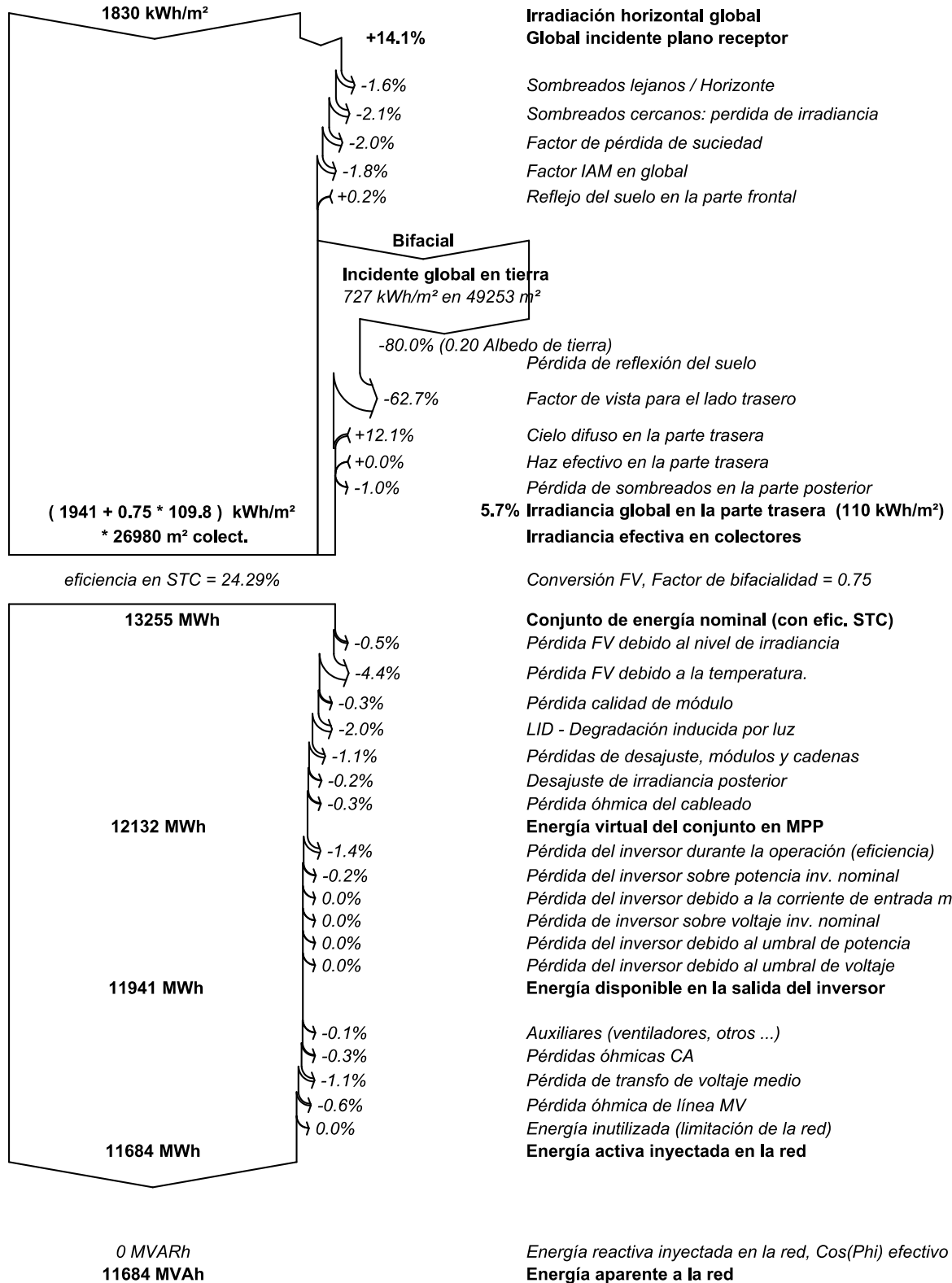
Variante: PTA ROMANO_336

PVsyst V8.0.18

VC1, Fecha de simulación:
27/11/25 09:50
con V8.0.18

INPROIN 2004, S.L (Spain)

Diagrama de pérdida



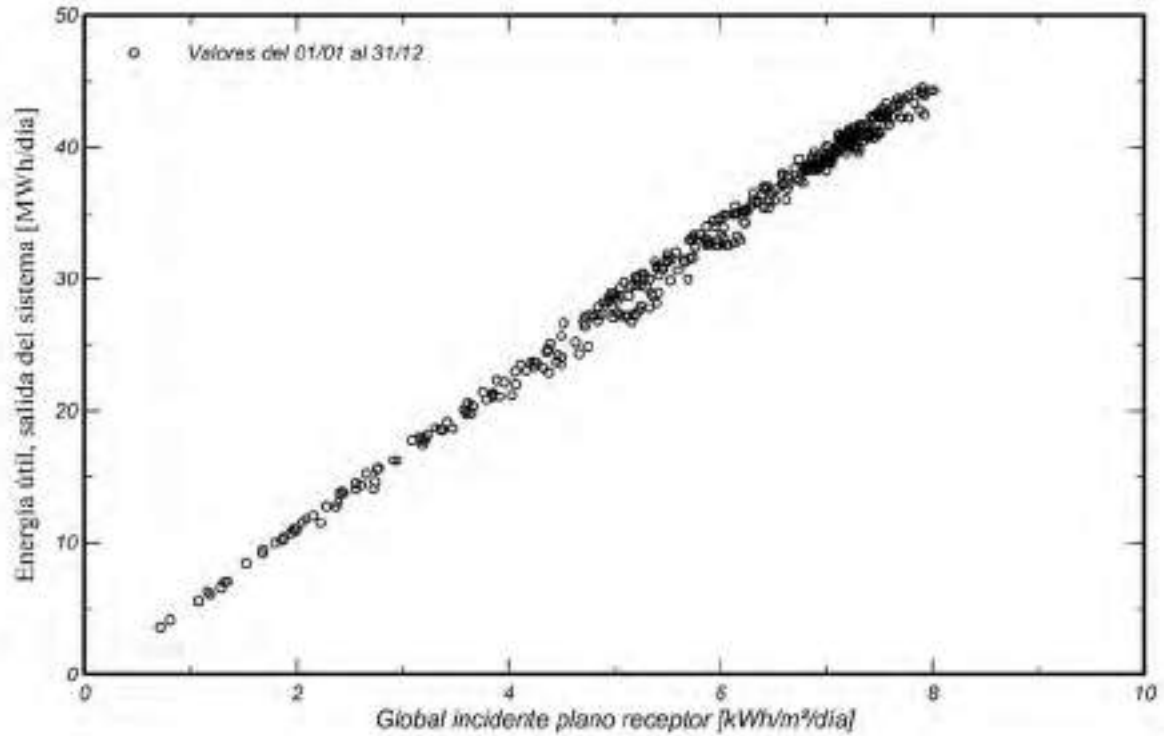
Energía reactiva inyectada en la red, Cos(Phi) efectivo anual = 1.000

Energía aparente a la red

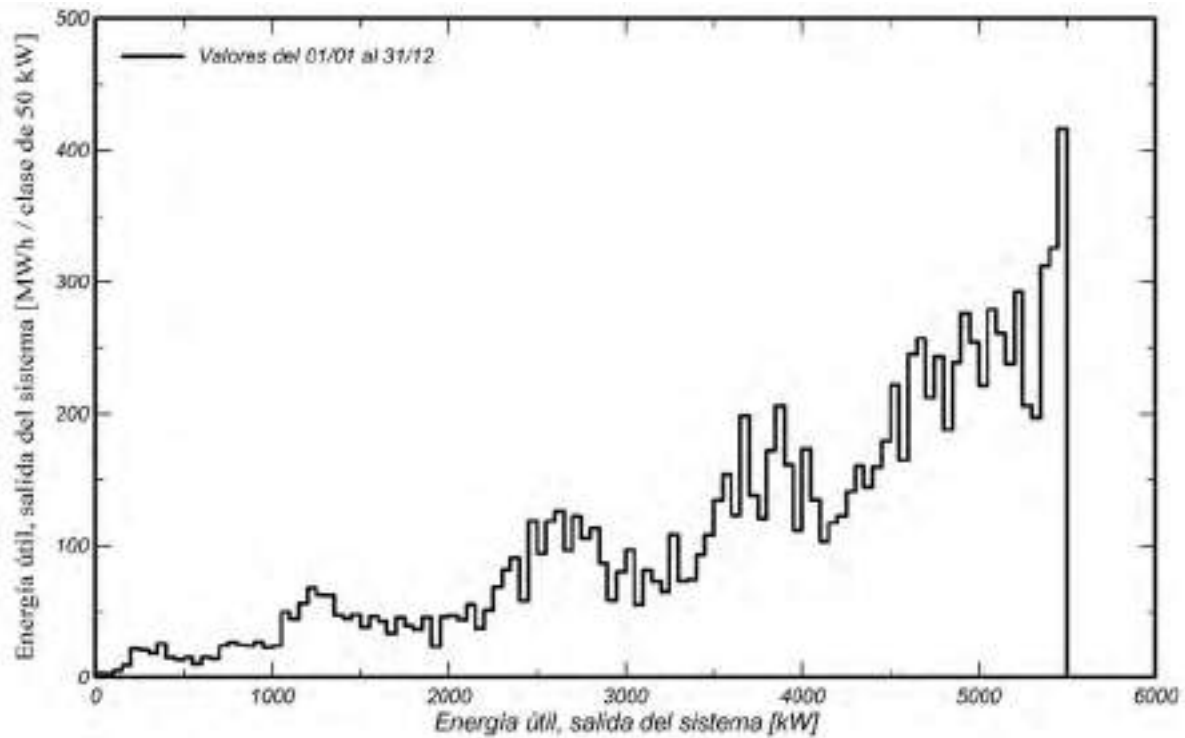


Gráficos predefinidos

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





Herramienta de envejecimiento

Parámetros de envejecimiento

Lapso de tiempo de la simulación 25 años

Módulo de degradación media

Factor de pérdida 0.35 %/año

Desajuste debido a la degradación

Dispersión Imp RMS 0.4 %/año

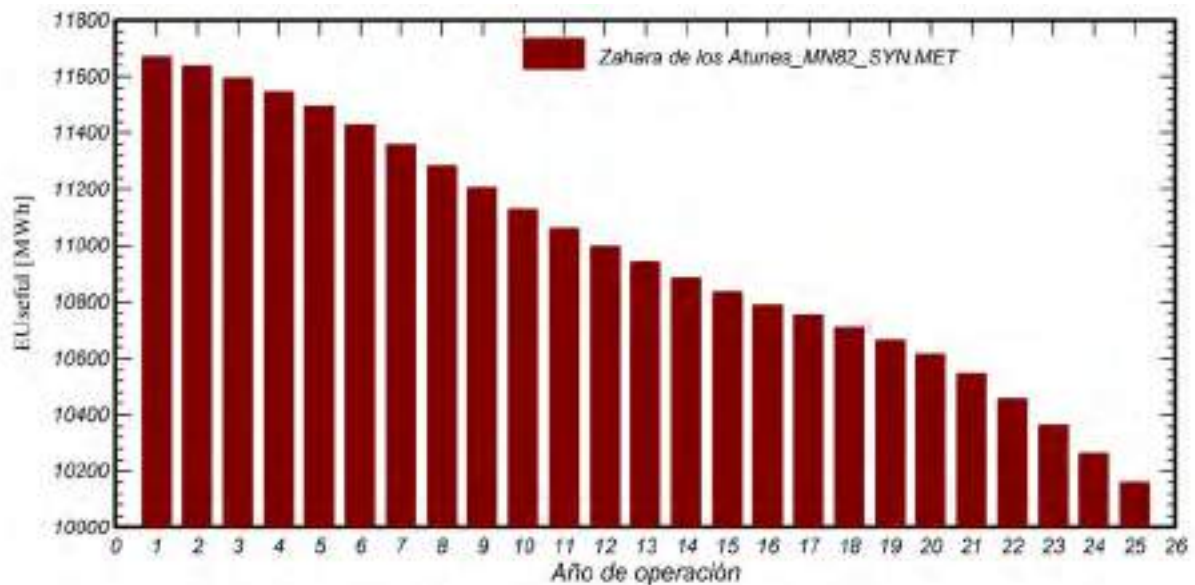
Dispersión Vmp RMS 0.4 %/año

Datos meteo utilizados en la simulación

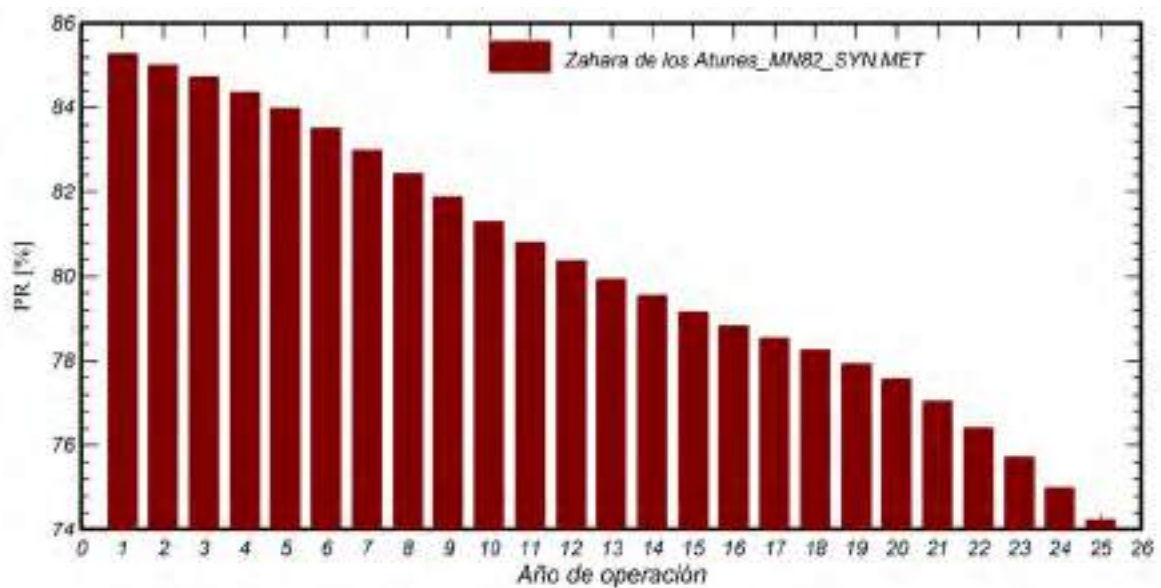
Zahara de los Atunes MN82 SYN

Años año de referencia

Energía útil, salida del sistema



Proporción de rendimiento





Proyecto: ROMANO

Variante: PTA ROMANO_336

PVsyst V8.0.18

VC1, Fecha de simulación:
27/11/25 09:50
con V8.0.18

INPROIN 2004, S.L (Spain)

Herramienta de envejecimiento

Parámetros de envejecimiento

Lapso de tiempo de la simulación 25 años

Módulo de degradación media

Factor de pérdida 0.35 %/año

Desajuste debido a la degradación

Dispersión Imp RMS 0.4 %/año

Dispersión Vmp RMS 0.4 %/año

Datos meteo utilizados en la simulación

Zahara de los Atunes MN82 SYN

Años año de referencia

	EUseful	PR	Pérdida de PR
Año	MWh	%	%
1	11670	85.27	-0.15
2	11635	85.01	-0.45
3	11593	84.71	-0.81
4	11546	84.36	-1.22
5	11492	83.97	-1.67
6	11429	83.51	-2.22
7	11357	82.98	-2.84
8	11281	82.42	-3.48
9	11204	81.86	-4.14
10	11127	81.30	-4.80
11	11058	80.80	-5.39
12	10997	80.35	-5.91
13	10939	79.93	-6.40
14	10885	79.53	-6.87
15	10833	79.15	-7.32
16	10788	78.82	-7.70
17	10749	78.54	-8.03
18	10709	78.25	-8.37
19	10665	77.92	-8.75
20	10614	77.55	-9.19
21	10545	77.04	-9.78
22	10457	76.41	-10.53
23	10363	75.71	-11.34
24	10262	74.98	-12.20
25	10159	74.22	-13.08



Evaluación P50 - P90

Datos meteo

Fuente Meteonorm 8.2 (2001-2020), Sat=100%
Tipo Promedios mensuales
Sintético - Promedio multianual
Variabilidad año a año(Varianza) 3.0 %

Desviación especificada

Cambio climático 0.0 %

Variabilidad global (datos meteo + sistema)

Variabilidad (Suma cuadrática) 3.5 %

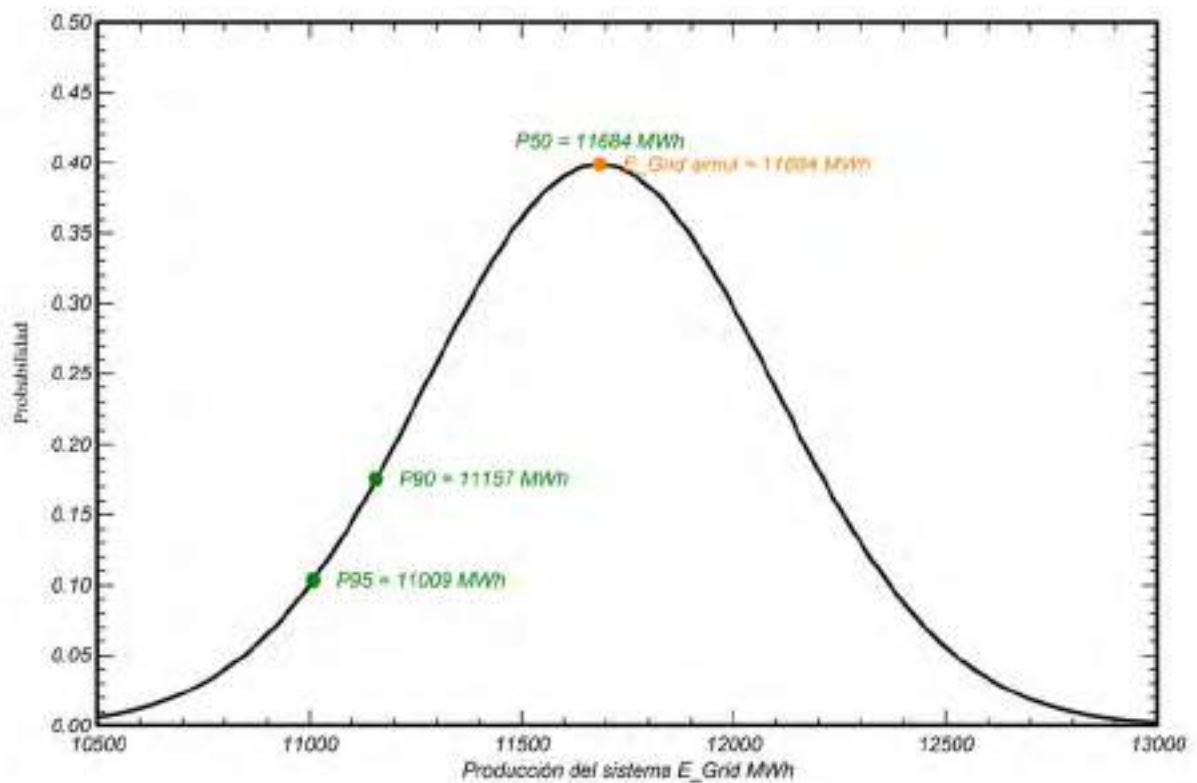
Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros

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

Probabilidad de producción anual

Variabilidad	411 MWh
P50	11684 MWh
P90	11157 MWh
P95	11009 MWh

Distribución de probabilidad

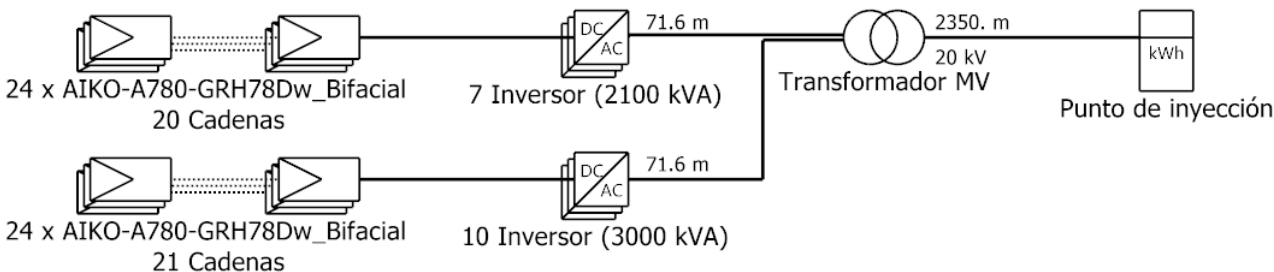




PVsyst V8.0.18

VC1, Fecha de simulación:
27/11/25 09:50
con V8.0.18

Diagrama unifilar



Módulo PV	AIKO-A780-GRH78Dw_Bifacial
Inversor	SUN2000-330KTL-H1
Cadena	24 x AIKO-A780-GRH78Dw_Bifacial

ROMANO

INPROIN 2004, S.L
(Spain)

VC1 : PTA ROMANO_336

27/11/25

Anexo 04. Ficha Técnica de Módulos FV

NEOSTAR

2N+78 Dual-Glass Module

760W-795W

Technical Features:

-  Partial Shading Optimisation
-  Better Temperature Coefficient
-  High Temperature Restriction
-  Micro-crack Resistance
-  Higher Power
-  Lower BOS
-  More Aesthetic Values



Red Bull winner 2023



Product
Warranty
Extendable to 25years*



Performance
Warranty



Warranty partner

Munich RE



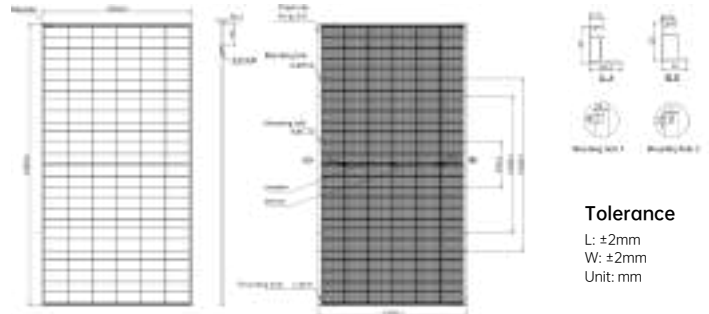
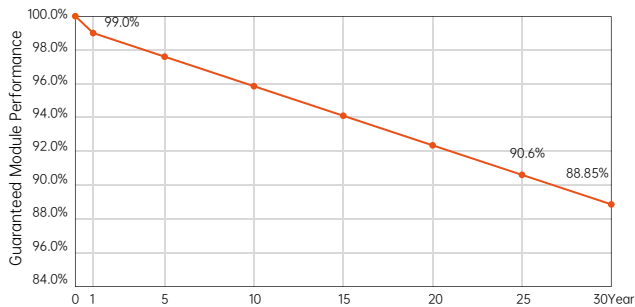
795W
Output

24.8%
Efficiency

≤1%
First-year Degradation

≤0.35%
Annual Degradation from Year 2-30

30-year Linear Performance Warranty



Electrical Characteristics (STC: AM1.5 1000W/m² 25°C NOCT: AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s)

Power Tolerance: 0~ + 3%

Module Type	AIKO-A760-GRH78Dw		AIKO-A765-GRH78Dw		AIKO-A770-GRH78Dw		AIKO-A775-GRH78Dw		AIKO-A780-GRH78Dw		AIKO-A785-GRH78Dw		AIKO-A790-GRH78Dw		AIKO-A795-GRH78Dw	
Test Conditions	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
P _{max} [W]	760	576	765	580	770	584	775	588	780	592	785	595	790	599	795	603
V _{oc} [V]	58.52	55.49	58.62	55.58	58.72	55.68	58.82	55.77	58.92	55.87	59.02	55.96	59.12	56.05	59.22	56.15
V _{mp} [V]	48.57	46.17	48.67	46.27	48.77	46.36	48.87	46.46	48.97	46.55	49.07	46.65	49.17	46.74	49.27	46.84
I _{sc} [A]	16.50	13.28	16.57	13.34	16.64	13.4	16.71	13.46	16.78	13.53	16.85	13.59	16.92	13.66	16.99	13.72
I _{mp} [A]	15.65	12.48	15.72	12.54	15.79	12.6	15.86	12.65	15.93	12.71	16.00	12.76	16.07	12.82	16.14	12.87
Module Efficiency	23.7%		23.8%		24.0%		24.1%		24.3%		24.4%		24.6%		24.8%	

Product Specification

Bifacial Factor	75±5%
Cell Type	N-Type ABC
Glass	Dual glass, 2.0 + 2.0mm coated semi tempered glass
Frame	Anodized aluminum
Cable	4mm ² (IEC) 12AWG(UL) +400mm, -200mm or Customized Length
No. of Cells	156(6*26)
Junction Box	IP68, 3 bypass diodes
Connector	MC4 Compatible
Weight	39.8kg±3%
Dimension	2465*1303*33mm
Package Detail	33pcs per pallet / 132pcs per 20'GP / 264pcs per 40'HC

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of I _{sc}	+ 0.05%/ °C
Temperature Coefficient of V _{oc}	- 0.22%/ °C
Temperature Coefficient of P _{max}	- 0.26%/ °C

Installation Guide

Operation Temperature	-40°C - +85°C
Maximum Series Fuse Rating	30A
Protection Class	Class II
V _{oc} and I _{sc} Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V
Maximum Static Loading	Front 5400Pa Back 2400Pa
Hail Test	25 mm diameter hail at 23 m/s
Fire Rating	IEC Class A



Anexo 05. Ficha Técnica Inversores

SUN2000-330KTL-H1

Smart String Inverter



Max. Efficiency
≥99.0%



Smart Self Clean Fan



Smart DC Connector
Temperature Detect



Smart String Level
Disconnection



28 High Accuracy String
Current Detect



Support IV diagnosis

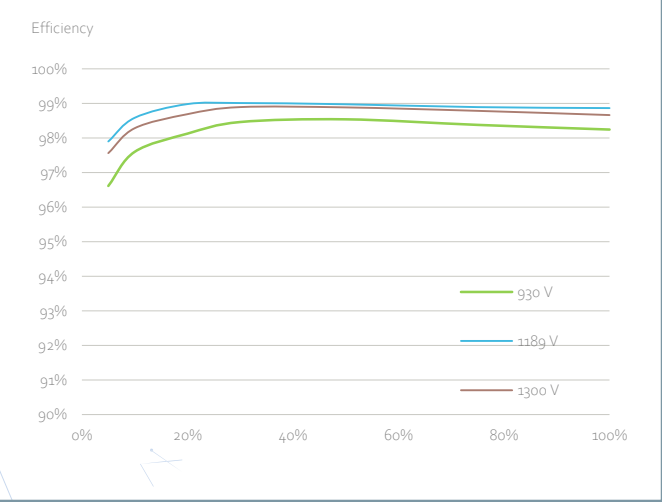


IP 66 protection

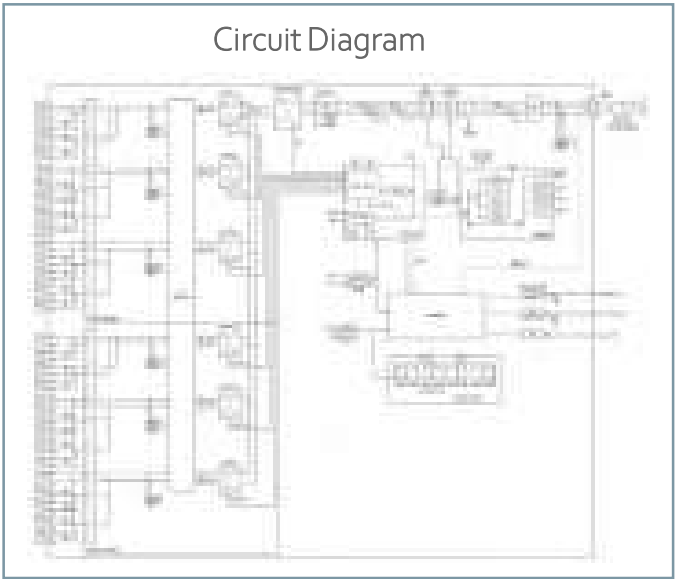


Surge Arresters for
DC & AC

EfficiencyCurve



Circuit Diagram



SUN2000-330KTL-H1

Technical Specifications

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. Short Circuit Current per MPPT	115 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 Disconnect(SSL D)	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)	≤112 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	IP 66
Topology	Transformerless

Anexo 06. Ficha Técnica Estructura

SOLARFIX

Mejora bifacial



pvhardware.com

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Coefficiente de ocupación de suelo de la estructura	<i>30-50%, dependiendo de la configuración</i>
Tipos de módulos	<i>Todos los módulos disponibles del mercado (capa fina y bifacial incluidos)</i>
Grado de inclinación del terreno	<i>N-S: ilimitado, E-O: hasta 14%</i>
Adaptabilidad del módulo	<i>100%</i>
Montaje del módulo	<i>Montaje directo sobre la cubierta</i>
Materiales de la estructura	<i>Magnelis y Acero galvanizado en caliente por ASTM A123 o ISO 1461</i>
Carga de viento permitida	<i>Estructura adaptada a las condiciones específicas del lugar hasta 120 mph / 193 km/h</i>
Conexión a tierra	<i>Cimentada por medio de equipos de fijación a tierra estriada</i>
Fabricación en el emplazamiento	<i>No</i>
Formación y puesta en marcha en el emplazamiento	<i>Sí</i>
Garantías estándar	<i>Estructura: 25 años</i>
Adaptación estructural a códigos locales	<i>Verificado/certificado por empresas de ingeniería externas especializadas en estructuras solares (si se requiere)</i>



Anexo 07. Relación de Bienes y Derechos Afectados

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

INDICE

1	OBJETO	3
2	DATOS DEL CATASTRO	3
3	OBTENCIÓN DE SUPERFICIES	3
4	CRITERIOS DE MEDICION DE AFECCIONES	3
4.1	SERVIDUMBRE DE PASO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA	3
4.1.1	ZANJA PARALELA A VIAL.....	4
4.1.2	ZANJA NO PARALELA A VIAL.....	5
4.1.3	HINCA O PERFORACIÓN DIRIGIDA	5
4.2	CAMINOS	6
4.2.1	NUEVO CAMINO O ADECUACIÓN CAMINO PÚBLICO EXISTENTE.....	6
4.2.2	OCUPACIONES TEMPORALES	6
4.3	EDIFICACIONES	7
4.4	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA	7
4.5	LINEAS AÉREAS	7
5	FÓRMULAS DE CÁLCULO DE AFECCIONES.....	8
6	RELACION DE PARCELAS AFECTADAS.....	9

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

1 OBJETO

El objeto de este Anexo es indicar la relación de bienes y derechos afectados (RBDA) por las instalaciones objeto del proyecto.

2 DATOS DEL CATASTRO

Los datos consultados han sido obtenidos de la base a los parcelarios definidos por la Dirección General de Catastro "Secretaría de Estado de Hacienda", cuya información ha sido descargada en Julio de 2025.

3 OBTENCIÓN DE SUPERFICIES

A partir de la implantación de las instalaciones objeto del proyecto se generan las superficies de afección. Se contrasta esta información con la información catastral para la obtención de la relación detallada de las parcelas afectadas total o parcialmente por las obras, y las superficies de las mismas objeto de este anexo.

En la relación individualizada de los bienes afectados que se acompaña en este documento, se expresa por columnas, los datos referentes a término municipal, número de polígono, número de parcela, referencia catastral, área y superficies afectadas.

Todo el proceso expuesto, se ha efectuado con herramientas y procesos informáticos, partiendo de la cartografía catastral y de la implantación de instalaciones objeto del proyecto.

4 CRITERIOS DE MEDICION DE AFECCIONES

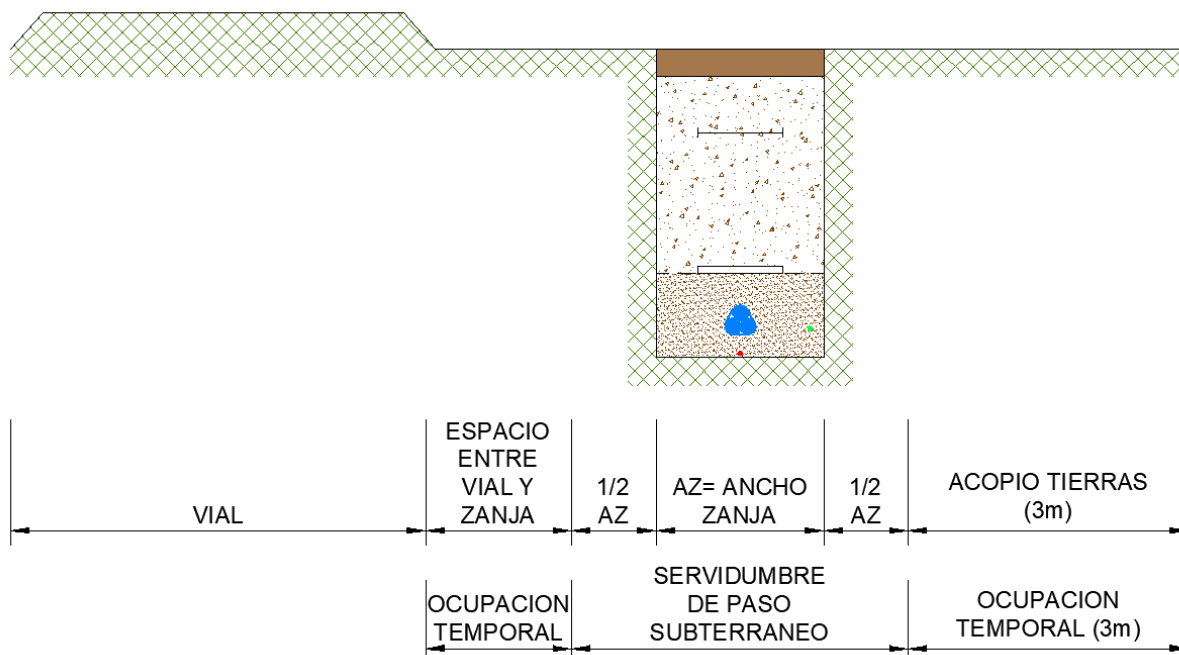
Los criterios seguidos para calcular las afecciones de las instalaciones objeto del proyecto sobre las diferentes parcelas en las que se ubica son los siguientes:

4.1 SERVIDUMBRE DE PASO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA

- **Longitud:** metros lineales afectados por el eje de la zanja.

Existen diferentes consideraciones según la ejecución y la disposición de la zanja:

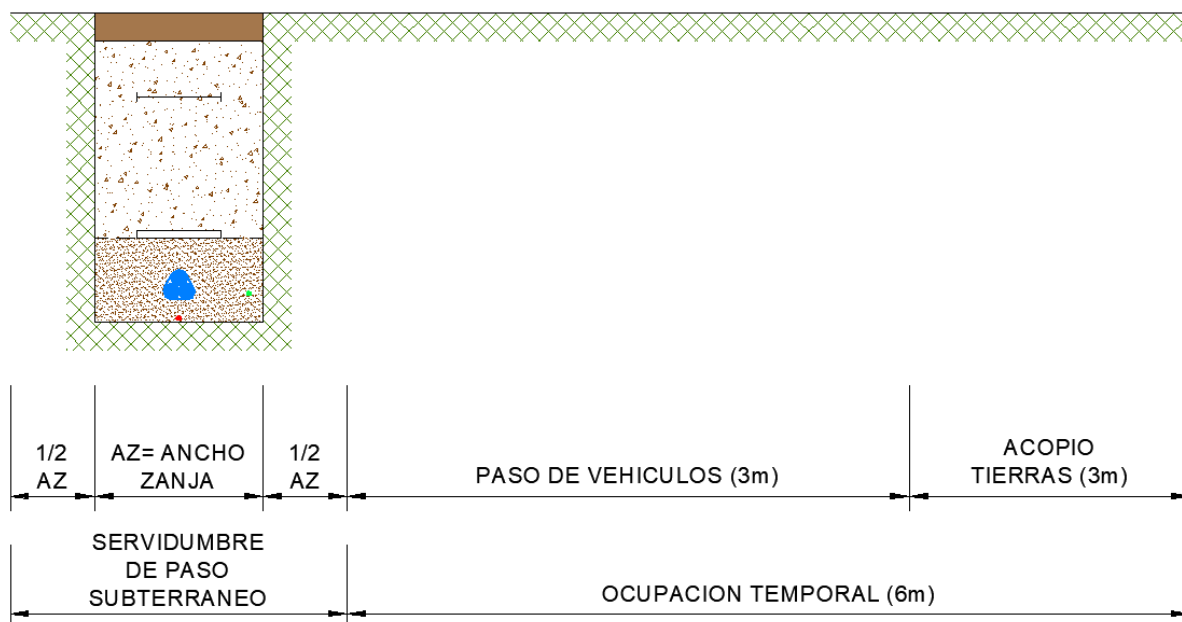
4.1.1 ZANJA PARALELA A VIAL



- o **Zanja + distancia de seguridad (servidumbre de paso subterráneo):** superficie afectada por el ancho de la zanja (mínimo 1m) más $\frac{1}{2}$ anchura a cada lado¹.
- o **Ocupación temporal zanja (ocupación temporal):** superficie afectada por 3 m de anchura al lado de la zanja que no está el vial (acopio tierras), también se considera el hueco que queda entre los caminos y la zanja.

¹ (5.1 de la ITC-LAT-06 del RAT establece una franja de seguridad 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)

4.1.2 ZANJA NO PARALELA A VIAL



- o **Zanja + distancia de seguridad (servidumbre de paso subterráneo):** superficie afectada por el ancho de la zanja (mínimo 1m) más $\frac{1}{2}$ anchura a cada lado²
- o **Ocupación temporal zanja (ocupación temporal):** superficie afectada por un ancho de 6 m a un lado de la zanja (3m para paso de los vehículos + 3m para acopio tierras).

4.1.3 HINCA O PERFORACIÓN DIRIGIDA

- o **Ocupación temporal pozo (ocupación temporal):** pozo de salida 2x2 y pozo de ataque 2x17 (a valorar dimensiones con movimiento de tierras según orografía, mínimo 5x5 y 5x20).
- o **Ocupación temporal acopios (ocupación temporal):** 100m² para pozo de salida y 800m² para pozo de ataque.
- o **Ocupación temporal accesos (ocupación temporal):** camino de anchura 3m más su movimiento de tierras (a valorar dimensiones con movimiento de tierras según orografía, mínimo 6m de ancho)

² (5.1 de la ITC-LAT-06 del RAT establece una franja de seguridad 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)

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

4.2 CAMINOS

- **Longitud:** metros lineales afectados por el eje de los caminos.

Existen diferentes consideraciones según la categoría del camino:

4.2.1 NUEVO CAMINO O ADECUACIÓN CAMINO PÚBLICO EXISTENTE

- **Nuevo camino (ocupación definitiva):** superficie afectada por los caminos tanto por su superficie útil (anchura de camino) como su correspondiente movimiento de tierras (desmonte y terraplenes).

4.2.2 OCUPACIONES TEMPORALES

- **Ocupación temporal caminos (ocupación temporal):** superficie ocupada para diferentes tareas de transporte, montaje y construcción del proyecto. Como, por ejemplo: zonas libres de obstáculos para el paso de palas, acopio tierras en la ejecución de caminos,

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

4.3 **EDIFICACIONES**

- **Edificaciones (ocupación definitiva):** se incluye en este apartado la superficie ocupada por la subestación, centros de control o cualquier otra edificación que haya en el proyecto.
- **Ocupación temporal edificaciones (ocupación temporal):** se incluye en este apartado la superficie necesaria para la construcción durante la ejecución de los distintos edificios: subestación, centros de control o cualquier otra edificación que haya en el proyecto. Y que solo será necesaria ocupar durante ese periodo de construcción.

4.4 **PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA**

- **Vallado FV (afección definitiva):** superficie ocupada, en metros cuadrados, que se ocupa por la instalación de cualquier elemento de la Central Solar Fotovoltaica, incluido el vallado, y en su caso, la zona perimetral que sea obligatoria.
- **Área de reducción impacto ambiental (afección definitiva):** superficie ocupada, en metros cuadrados, para la instalación de elementos que mitiguen la afección ambiental. En este ámbito aplicarían tanto las pantallas o franjas vegetales, así como las áreas limpias de vegetación con finalidad de cortafuegos.

4.5 **LINEAS AÉREAS**

- **Superficie afectada por vuelo (servidumbre de vuelo):** superficie proyectada al suelo de los conductores de la línea con su flecha máxima de viento calculados según ITC-LAT07.
- **Zona de no edificabilidad (servidumbre de vuelo):** superficie proyectada al suelo de los conductores de la línea más una distancia de seguridad de 5 m a cada lado. Por tanto, el área correspondiente a la zona de no edificabilidad incluye tanto el área propia de la superficie afectada por vuelo, como el área correspondiente a las franjas de 5 metros a cada lado de dicha superficie afectada por vuelo.
- **Superficie afectada por apoyo (ocupación definitiva):** Superficie determinada a partir de un rectángulo/cuadrado envolvente de los macizos de las cimentaciones del apoyo incrementado 3 m periféricamente, 1,5 m en cada lado, debido a la puesta a tierra de los apoyos.
- **Camino de acceso a apoyos (servidumbre de paso):** superficie de camino de acceso a los apoyos desde la carretera o camino más próximo a cada apoyo y con 3 metros de anchura.
- **Ocupación temporal montaje (ocupación temporal):** superficie de 500 m² próximos a los apoyos

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

5 FÓRMULAS DE CÁLCULO DE AFECCIONES

En tabla de resultados del cálculo del RBDA, se considerará los siguientes totales:

- **Ocupación definitiva** será el resultado de la suma de:

AD = nuevo camino + apoyos+ vallado FV + área de reducción impacto ambiental

- **Ocupación temporal** será el resultado de la suma de:

AT = afección temporal montaje + afección temporal caminos + afección temporal zanjas + afección temporal pozo + afección temporal acopio + afección temporal accesos

- **Servidumbre vuelo** será el resultado de la suma de:

AV = afección por el vuelo de la línea + zona de no edificabilidad del vuelo

- **Servidumbre de paso de línea subterránea** será el resultado de la suma de:

SPZ = zanja + distancia de seguridad +camino de acceso a apoyos

6 RELACION DE PARCELAS AFECTADAS

DATOS PARCELA						PLANTA	VIALES		SERVIDUMBRE DE PASO ZANJA				OCUPACION DEFINITIVA	SERVIDUMBRE DE PASO	OCUPACION TEMPORAL
									AFECCIÓN POR ZANJA						
Nº DE ORDEN	REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUP. PARCELA (m²)	TÉRMINO MUNICIPAL	OCUPACIÓN DEFINITIVA	OCUPACIÓN DEFINITIVA (m²)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m²)	LONGITUD (m)	SERVIDUMBRE DE PASO		OCUPACIÓN TEMPORAL	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)
						ÁREA VALLADO (m²)				ZONA DE SERVIDUMBRE (m²)	ZONA DE SEGURIDAD ADICIONAL (m²)	ZONA DE ACCESO ADICIONAL (m²)			
1	11035A01100017	11	17	648.559,00	Tarifa				1.532,45	919,47	919,47	9.189,29		1.838,94	9.189,29
2	11035A01100028	11	28	119.472,00	Tarifa	70.513,50	129,72	95,25	33,78	24,23	24,22	199,07	70.643,22	48,45	294,32
3	11035A01100050	11	50	10.953,00	Tarifa	9.537,04			3,00	2,70	2,70	18,01	9.537,04	5,40	18,01
4	11035A01109006	11	9006	18.105,00	Tarifa				16,97	10,18	10,18	101,94		20,36	101,94
5	11035A01109018	11	9018	74.063,00	Tarifa		61,15	25,52	14,42	12,98	12,98	85,90	61,15	25,96	111,42
6	6407123TF4060N			2.945,00	Tarifa				66,28	39,77	39,77	353,77		79,54	353,77
TOTALES						80.050,54	190,87	120,77	1.666,90	1.009,33	1.009,32	9.947,98	80.241,41	2.018,65	10.068,75

Anexo 08. Gestión de Residuos

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	1
2.1	CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS. RCD - RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA DEMOLICIÓN	1
2.2	ESTIMACIÓN DE CANTIDADES	2
3	PREVENCIÓN DE RESIDUOS	3
4	SEPARACIÓN DE RESIDUOS	4
5	GESTIÓN DE RESIDUOS	5
5.1	REUTILIZACIÓN	5
5.2	VALORIZACIÓN	5
5.3	ELIMINACIÓN	5
6	DESTINO RCD'S	6
7	VALORACIÓN DEL COSTE DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA	6

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Ley 7/2022, del 8 de abril de 2022 referente a “residuos y suelos contaminados para una economía circular” y al RD 105/2008, del 1 de febrero de 2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (en adelante RCD) se elabora el presente Anexo de Gestión de Residuos.

El presente anexo contiene una estimación de los residuos previstos en los trabajos directamente relacionados con la ejecución de la PSFV "ROMANO" y servirá como base para la redacción, por parte del promotor del proyecto, del correspondiente Plan de Gestión de Residuos, en el cual se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

2 IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

La codificación de los tipos de residuos se define según la ley mencionada anteriormente y las cantidades de residuos generados se ha obtenido de estimaciones a partir de la información recopilada en:

- “Guía de aplicación del Decreto 201/1994, regulador de los derribos y otros residuos de la construcción (modificado por el Decreto 161/2001, de 12 de julio)” publicada por la Agencia de Residuos de Cataluña. En esta guía, se aportan unos coeficientes para calcular los diferentes tipos de residuos generados en tareas de construcción de edificios y realización de excavaciones.
- Decreto 89/2010, de 29 de junio, por el que se aprueba el Programa de gestión de residuos de la construcción de Cataluña (PROGROC), se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición, y el canon sobre la deposición controlada de los residuos de la construcción.
- Estudios de Impacto Ambiental y Gestión de Residuos de proyectos similares.
- Datos recogidos en el Perfil Ambiental de España 2020 elaborado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS. RCD - RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA DEMOLICIÓN

- **RCDs de Nivel I.-** Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.
- **RCDs de Nivel II.-** Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	 INGENIERIA Y PROYECTOS
-------------------	--	--

RCDs I: Tierras y Pétreos de la Excavación		
	17.05.04	Tierras y Piedras distintas a las especificadas en 17.05.03
	17.05.06	Lodos de drenaje distintos a los especificados en 17.05.05
RCDs II: Naturaleza NO Pétreo		
X	12.01.12	Ceras y grasas
X	13.03.10	Aceites de aislamiento y transmisión de calor procedente de transformadores
X	15.01.10	Envases valorizables que contienen restos de sustancias peligrosas o contaminantes
X	15.02.02	Absorbentes, trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas
X	17.01.36	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
X	17.02.03	Plástico
	17.02.02	Vidrio
X	17.02.01	Madera
	17.03.02	Mezclas bituminosas distintas a las de 17.03.01
X	17.04.02	Aluminio
X	17.04.05	Hierro y Acero
X	17.04.07	Metales mezclados
X	17.04.11	Cables distintos de los especificados en 17.04.10
X	20.01.01	Restos de papel y cartón
RCDs II: Naturaleza Pétreo		
X	01.04.08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos a los especificados en 01.04.07
	01.04.09	Residuos de arena y arcilla
X	17.01.01	Hormigón
X	17.01.07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintos a los especificados en 17.01.06
X	17.09.04	RCDs mezclados distintos a los especificados en 17.09.01, 02, 03
RCDs II: Potencialmente peligrosos. Basuras		
X	20.01.35	Restos de paneles solares, equipos eléctricos y electrónicos valorizables
	20.02.01	Residuos Biodegradables
X	20.03.01	Residuos Urbanos
X	20.03.04	Lodos procedentes de baños químicos y fosa séptica estanca

2.2 ESTIMACIÓN DE CANTIDADES

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las dimensiones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes y del embalaje de los productos suministrados.

No se prevé un volumen de excavación de tierras y de materiales pétreos utilizados fuera de la obra. Por lo que se estima un balance cero en el movimiento de tierras de esta.

Es importante tener en cuenta que el objetivo principal de estos valores es prever de manera “aproximada” la cantidad de materiales sobrante. No obstante, este cálculo puede presentar desviaciones con respecto a la realidad, y por ello será corregido por el redactor del Plan que dispondrá de un mayor número de datos concretos.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Residuos Generados PSFV "ROMANO"					Fase Construcción	
TIPO	Código	Descripción	Tratamiento	Destino	[T]	[kg]
Peligroso	12.01.12	Ceras y grasas	Reciclado	Gestor de residuos peligrosos	0,2269	226,90
Peligroso	13.03.10	Aceites de los transformadores	Reciclado	Gestor de residuos peligrosos	0,0000	0,00
Peligroso	15.01.10	Envases contaminados valorizables	Reciclado	Gestor de residuos peligrosos	2,9659	2.965,93
Peligroso	15.02.02	Absorbentes y trapos contaminados	Reciclado	Gestor de residuos peligrosos	0,0037	3,74
Peligroso	20.01.35	Restos de paneles solares valorizables	Reciclado	Gestor de residuos peligrosos	0,7567	756,75
No peligroso	20.03.01	Residuos Urbanos	Reciclado	Servicio de recogida de basuras	14,6277	14.627,65
No peligroso	20.01.39	Restos de plásticos y envases no contaminados valorizables	Reciclado	Servicio de recogida de basuras	2,9659	2.965,93
No peligroso	20.01.01	Restos de papel y cartón valorizables	Reciclado	Servicio de recogida de basuras	1,4836	1.483,58
No peligroso	20.03.04	Lodos procedentes de baños químicos y fosa séptica estanca	Eliminación	Gestor de residuos no peligrosos	6,2149	6.214,86
No peligroso	17.01.36	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Reciclado	Gestor de residuos no peligrosos	0,0374	37,40
No peligroso	17.04.05	Hierro y acero	Reciclado	Gestor de residuos no peligrosos	13,9046	13.904,56
No peligroso	20.01.38	Madera sin sustancias peligrosas	Reciclado	Gestor de residuos no peligrosos	18,5398	18.539,83
Inerte	17.01.01	Restos de hormigón	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	26,4851	26.485,12
Inerte	17.09.04	Residuos de construcción y demolición	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	14,4843	14.484,28
Inerte	17.05.04	Sobrantes de excavación	Eliminación	Restauración / Vertedero	0,2269	226,90

3 PREVENCIÓN DE RESIDUOS

NO	SI	MEDIDA PREVENCIÓN / REDUCCIÓN
	X	Separación de residuos en origen (en obra)
	X	Inventario de residuos peligrosos (si los hay)
	X	Separación de residuos biodegradables (basura orgánica)
	X	Nombramiento de responsable de prevención / reducción de residuos.
	X	Utilización de materiales prefabricados (elementos de hormigón, bloques prefabricados...)
	X	Utilización de materiales con mayor vida útil o que favorezcan su reutilización, reciclado, etc.
	X	Evitar derrames, fugas, roturas de material o inservible mediante un control de calidad.
X		Posibilidad de utilizar el material sobrante o No válido en otra obra o uso distinto.
	X	Control y medición de unidades de obra durante la recepción del material.
	X	Utilización de envases y embalajes reciclables de materiales para la construcción.
	X	Implantación de medidas de vigilancia y control de vertidos incontrolados.
	X	Otras a incluir por el poseedor de residuos (constructor)

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

4 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo al **Art. 5.5 del R.D.105/2008**, el poseedor de residuos deberá proceder a su separación en fracciones para su posterior valoración, cuando se prevea que los residuos superen las siguientes cantidades:

RESIDUO RCD's	PREVISTO (t)	LÍMITE (t)
Hormigón	18,54	80,00
Ladrillos, Tejas y Material Cerámico	0,00	40,00
Metal	13,90	2,00
Madera	0,00	1,00
Vidrio	0,00	1,00
Plástico	2,96	0,50
Papel y Cartón	1,49	0,50

Según la estimación de volumen de residuos RCD's realizada, no se requiere tomar medidas de separación para ninguna fracción identificada en la tabla, pudiéndose realizar las medidas que se consideren oportunas.

NO	SI	MEDIDA SEPARACIÓN
☒	☐	Eliminación previa de materiales desmontables (solo en caso de demolición)
☒	☐	Utilización de contenedores de gran volumen para RCD's (solo en caso de demolición)
☒	☐	Recogida de RCD's en obra (todo mezclado)
☐	☒	Separación de residuos peligrosos RRPP's (si los hay)
☐	☒	Acondicionamiento de zonas en obra para efectuar la separación de RCD's
☐	☒	Nombramiento de responsable en obra de controlar y supervisar la separación de RCD's
☐	☒	Utilización de contenedores públicos para residuos biodegradables (si los hay)
☐	☒	Utilización de envases / sacos de 1 m ³ para separación de RCD's
☐	☒	Identificación de residuos mediante etiquetas o símbolos

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	 INGENIERIA Y PROYECTOS
-------------------	--	--

5 GESTIÓN DE RESIDUOS

Los RCD's generados durante la ejecución de la obra se gestionarán mediante alguna de las operaciones siguientes (reutilización, valorización o eliminación). Estas medidas deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

5.1 REUTILIZACIÓN

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de reutilización
X		Previsión de reutilización en la misma obra o en otro emplazamiento externo
X		Reutilización de hormigón en plantas de hormigón o cementeras
X		Reutilización de mezclas bituminosas en otras obras
	X	Reutilización de arena y grava en áridos reciclados o urbanización
X		Reutilización de ladrillos triturados o deteriorados en otras obras
X		Reutilización de material cerámico en otras obras
X		Reutilización de materiales NO pétreos: madera, yeso, vidrio en otras obras
X		Reutilización de materiales metálicos en otras obras

5.2 VALORIZACIÓN

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
X		Valorización en la misma obra
	X	Entrega a gestor de RCD's autorizado
X		Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
X		Recuperación o regeneración de disolventes
	X	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas (basuras)
	X	Reciclado o recuperación de compuestos metálicos en fundiciones o similar
	X	Reciclado o recuperación de hormigones, gravas y arenas para hormigón nuevo, material de base en carreteras, sellado de vertederos
	X	Reciclado o recuperación de mezclas bituminosas en plantas de asfalto
X		Regeneración de ácidos o bases
X		Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura

5.3 ELIMINACIÓN

NO	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de eliminación
	X	Depósito de RCD's en vertedero autorizado de residuos inertes
	X	Depósito en vertedero de residuos peligrosos
X		Eliminación de RCD's en incinerador

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

6 DESTINO RCD'S

En la Tabla resumen del apartado 2.2 se indica la salida/gestión dada a cada RCD identificado y cuantificado. Constituye una propuesta que deberá ser confirmada por el poseedor de residuos.

7 VALORACIÓN DEL COSTE DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, se ha previsto un **coste de ██████████** para el almacenamiento de los residuos dentro de la obra y su transporte al gestor autorizado de residuos.

Anexo 09. Estudio de Campos Electromagnéticos

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

ÍNDICE

1	OBJETO	2
2	NORMATIVA	2
3	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS	3
4	CÁLCULO DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	4
4.1	ZANJA DE CABLES ENTERRADOS	4
4.2	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	5
4.2.1	RESULTADOS.....	6
5	EVALUACION DE LOS RESULTADOS	8
6	CONCLUSIONES	8

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

1 OBJETO

El objeto de este anexo es valorar los campos magnéticos que se producirán en la Planta Solar Fotovoltaica "ROMANO" con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El municipio afectado por la implantación de la Planta Solar Fotovoltaica "ROMANO" es Tarifa. El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la Planta Solar Fotovoltaica "ROMANO" pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

2 NORMATIVA

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el "Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas", adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100μT).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, "Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia".

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

El cálculo está basado en un cálculo analítico realizado sobre el conjunto de conductores 3D de un centro de transformación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE- CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envoltentes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores del centro de transformación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

4 CÁLCULO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

El caso más desfavorable que se puede producir en esta instalación implica la interacción de dos instalaciones:

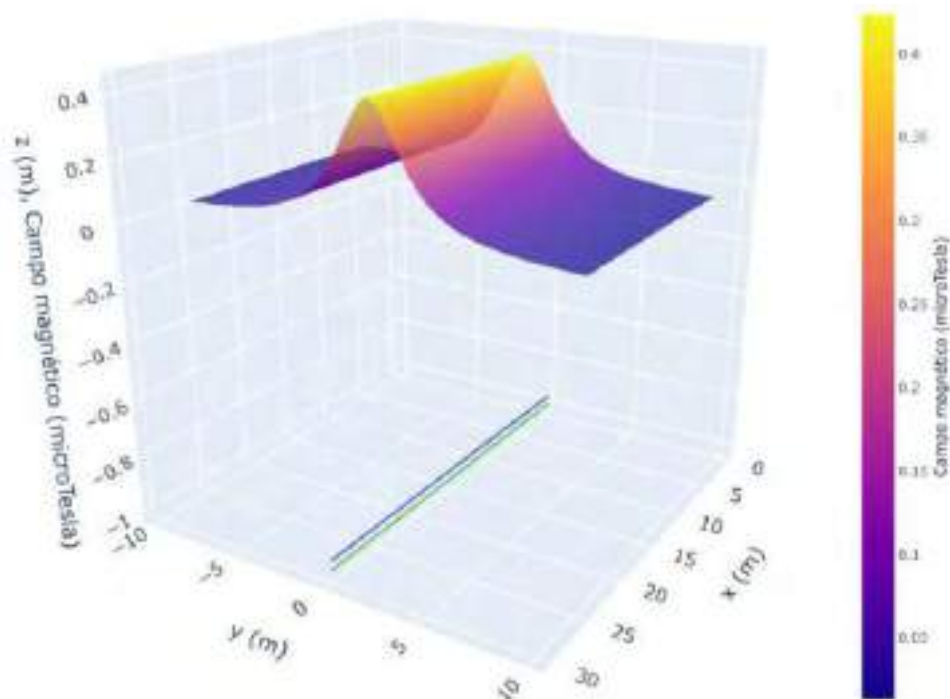
- Zanja de cables enterrados, se estudiará la zanja de evacuación, ya que es la zanja de mayor potencia y por tanto la que arrojará resultados mayores.
- Un centro de transformación de enlace en el que concurra la mayor acumulación de potencia, de forma análoga al caso anterior.

Este será el caso que se someta a estudio de manera que cualquier otra circunstancia a producirse en el parque resulte en unos valores inferiores.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de las instalaciones accesibles, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2m del exterior de la envolvente y a una altura de 1m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo en forma de gráfico en toda la superficie de este último caso estudiado a una altura de 1 m a efectos informativos.

4.1 ZANJA DE CABLES ENTERRADOS

El estudio se va a realizar sobre el tramo de zanja de evacuación que une el Centro de Seccionamiento y Medida con la SET Atlanterra 66/20kV, por ser el que resulta más desfavorable y accesible al público.



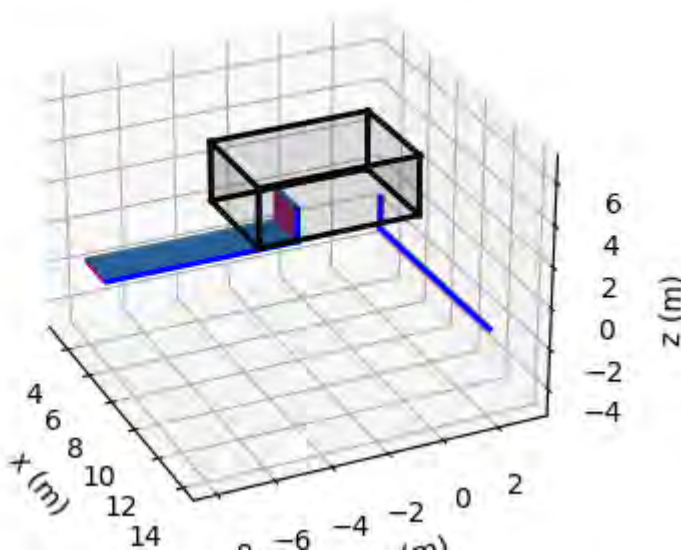
El valor máximo sobre la zanja es de **0,4237 μ T**.

4.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El estudio se realiza en las proximidades del centro de transformación de 6.000kVA 0,8/20kV, el cual recibe 17 entradas de cableado de corriente alterna proveniente de los inversores y una salida del circuito de media tensión.

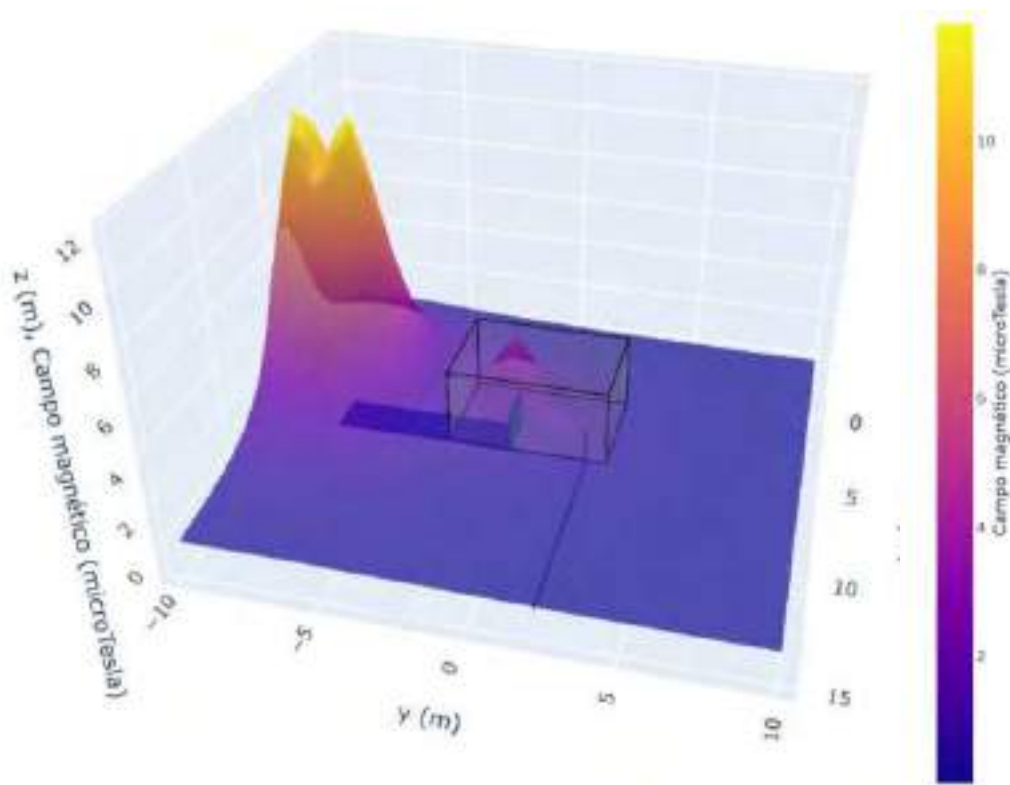


En la siguiente imagen se muestran las entradas del cableado en corriente alterna en baja tensión y la salida del circuito de media tensión en corriente alterna:



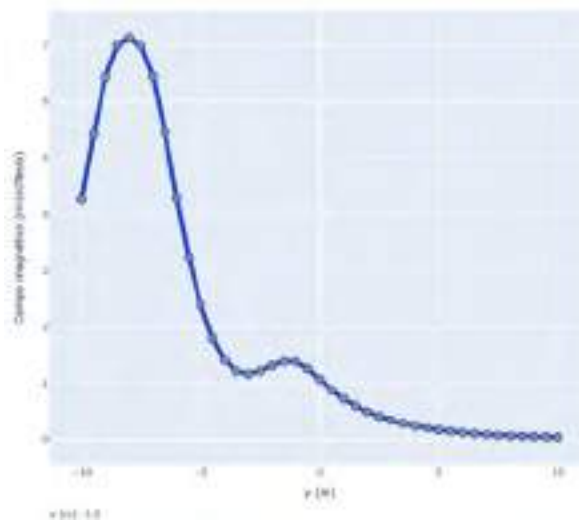
4.2.1 RESULTADOS

Los resultados de la simulación son los siguientes:

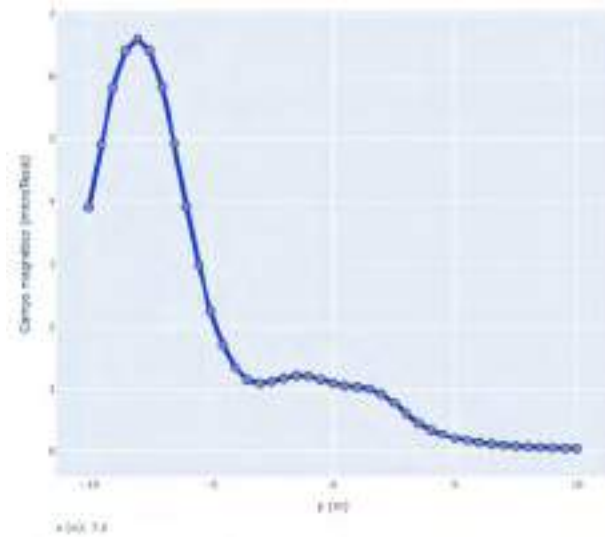


Arroja un valor máximo de 11,8469 μT .

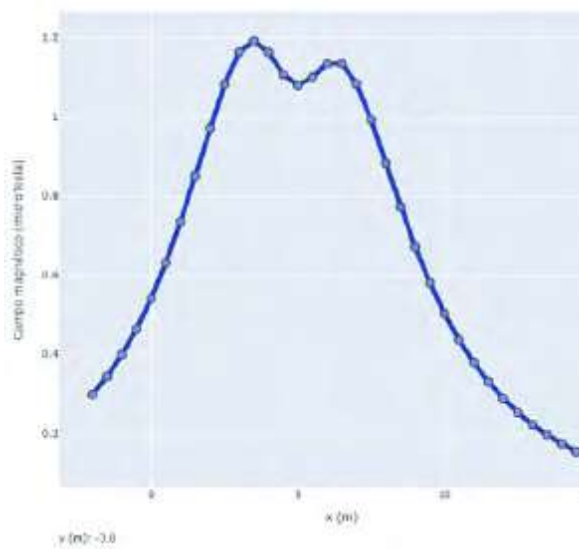
A continuación, se muestran imágenes donde aparecen otros valores calculados del campo magnético en las paredes laterales del centro de transformación:



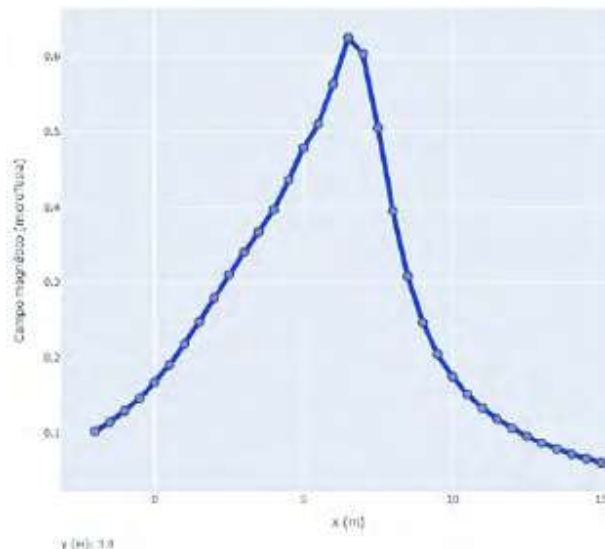
Campo producido en la parte izquierda según imágenes.



Campo producido en la parte derecha según imágenes.



Campo producido en la parte cara trasera según imágenes.



Campo producido en la cara delantera según imágenes.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

5 EVALUACION DE LOS RESULTADOS

De acuerdo con el Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de Mayo de 2001, a partir del informe técnico realizado por un Comité pluridisciplinar de Expertos Independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede concretar que para los niveles de campo magnético que se generan en el centro de transformación objeto del proyecto, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100 μT , límite preventivo para el cual, se puede asegurar que no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a estos niveles de campo electromagnético y el riesgo de padecer alguna enfermedad, en concordancia así mismo, con las conclusiones de la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300GHz, cuya transcripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 28 de Septiembre de 2001.

Estos niveles de campo magnético no son, por otra parte, exclusivos de instalaciones eléctricas, siendo habituales en otros ambientes, como oficinas, medios de locomoción o incluso en ambientes residenciales fruto de la evolución tecnológica de la sociedad.

6 CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad de la PSFV "ROMANO", en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100 μT para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

Anexo 10.
Estudio Hidrológico e Hidráulico. Drenajes.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
--------------------------	--	--

ÍNDICE

1	OBJETO	2
2	DELIMITACIÓN DE CUENCAS	3
3	PERIODO DE RETORNO.....	4
4	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....	5
5	INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA.....	5
5.1	PRECIPITACIÓN DIARIA	6
5.2	FACTOR REDUCTOR DE LA PRECIPITACIÓN POR ÁREA DE LA CUENCA	7
6	FACTOR DE INTENSIDAD F_{INT}	7
6.1	OBTENCIÓN DE F_A	8
7	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	9
8	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	10
8.1	UMBRAL DE ESCORRENTÍA.....	11
8.2	VALOR INICIAL DE UMBRAL DE ESCORRENTÍA	11
9	COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA	12
10	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN.....	14
11	CAUDAL DE PROYECTO	14
12	BARRANCOS Y CAUCES CATALOGADOS POR CONFEDERACIÓN.....	14
13	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE PRINCIPAL (ARROYO DEL CANDALAR).....	15
13.1	RESULTADOS MODELOS HIDRÁULICOS.....	16
13.2	ESTIMACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO.....	17
13.3	ESTIMACIÓN DE ZONA DE FLUJO PREFERENTE	17
14	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE SECUNDARIA (MODELO DE LLUVIAS-PRECIPITACIÓN).....	18
14.1	RESULTADOS MODELOS HIDRÁULICOS.....	18
14.2	ESTIMACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO.....	20
15	ELEMENTOS DE DRENAJE	21
15.1	ELEMENTOS DE DRENAJE TRANSVERSAL	21
16	PLANOS	23

1 OBJETO

El anexo de estudio Hidrológico tiene como objeto el análisis y cuantificación de las características hidrológicas de la zona en estudio, y la estimación de los caudales máximos de avenida en el entorno del emplazamiento previsto para la la Planta Solar Fotovoltaica Romano en el término municipal de Tarifa (Cádiz).

Con tales resultados, en caso de ser necesario, se realiza el dimensionamiento de las obras de drenaje de los cauces de especial relevancia interceptados por los viales proyectados en la planta fotovoltaica, siguiendo las recomendaciones de la normativa existente, la Instrucción 5.2.-I.C. "Drenaje Superficial" de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 -IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras). Se han limitado las indicaciones de la norma en los siguientes puntos:

1. Al tratarse de una planta fotovoltaica se ha reducido el cálculo a un periodo de retorno de 25 años para posibles drenajes transversales.
2. En el caso de barrancos o cauces afectados que estén catalogados por el Organismo de Cuenca correspondiente se adoptarían para los cálculos un periodo de retorno de 100 años (o superior). En este caso no hay ninguno afectado.

En primer lugar, se han de delimitar las distintas cuencas que puedan quedar afectadas por la configuración de la planta. Una vez delimitadas y caracterizadas se puede empezar el cálculo hidrológico propiamente dicho.

Se trata entonces de obtener el valor del caudal de referencia de las distintas cuencas en los puntos en los cuales éstas se ven interceptadas por los viales. El método empleado aquí es el método racional, que resulta adecuado para estudiar cuencas de superficie reducida.

Este método supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie.

El caudal máximo anual Q_T , correspondiente a un periodo de retorno T , se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Siendo

Q_T	(m ³ /s)	Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.
$I(T, t_c)$	(mm/h)	Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca.
C	(adimensional)	Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.
A	(km ²)	Área de la cuenca o superficie considerada.
K_t	(adimensional)	Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Una vez obtenidos los caudales de referencia, se realiza el estudio hidráulico de los elementos de drenaje que se colocarán en los distintos puntos de la planta. Este estudio permite definir las dimensiones adecuadas de los elementos de drenaje, para la evacuación de los caudales de referencia correspondientes de modo satisfactorio para no dañar los elementos viales de la planta.

2 DELIMITACIÓN DE CUENCAS

Se considera como área de la cuenca A, la superficie medida en proyección horizontal que drena al punto de desagüe (punto de entrada al modelo).

En la norma 5.2-IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras, se definen los siguientes tipos de cuenca en función de la posición relativa cuenca - vial.

- *Cuenca topográfica o natural:* Cuenca preexistente no afectada por la carretera, considerada aguas arriba de la entrada de una obra de drenaje transversal del vial.
- *Cuenca principal:* Cuenca cuyo punto de desagüe es una obra de drenaje transversal del vial. Una cuenca principal se compone de la cuenca topográfica o natural del cauce correspondiente a la obra de drenaje transversal, más las cuencas secundarias que comprenda.
- *Cuenca secundaria:* Cuenca no principal, generada por la construcción del vial, cuya escorrentía se vierte a sus elementos de drenaje de plataforma y márgenes. Puede comprender terrenos tanto de la propia explanación como otros exteriores que viertan su escorrentía hacia ella.

Para delimitar las cuencas afectadas para el modelo se procede a generar áreas de drenaje y su red de drenaje sobre modelos digitales de terreno, mediante programas de análisis topográfico. De esta forma se obtienen las divisorias entre las cuencas vertientes, que se corresponden con las líneas limatesas, así como una red de drenaje correspondiente con las líneas limahoyas.

Se han definido 2 cuencas, y han sido las siguientes:

*Cuenas hidrográficas distinguidas*

En la siguiente tabla se recogen las características físicas de las cuencas relevantes para el presente estudio:

CUENCA	DATOS TOPOGRÁFICOS					PENDIENTE
	ÁREA	LONGITUD	COTAS			
	A	Lc	Zi	Zf	ΔZ	
	(km²)	(km)	(m)	(m)	(m)	
01	0.0086	0.3483	13.5000	9.9000	3.6000	0.0103
02	0.0018	0.1316	11.0000	9.9000	1.1000	0.0084

El detalle de las cuencas delimitadas puede consultarse en los planos anexos.

3 PERIODO DE RETORNO

Período de retorno T es el periodo de tiempo expresado en años, para el cual el caudal máximo anual tiene una probabilidad de ser excedido igual a 1/T.

La probabilidad de que en un año se produzca un caudal máximo superior al de período de retorno T viene dada por la siguiente expresión:

$$p(Q > Q_T) = \frac{1}{T}$$

Siendo:

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

- Q (m³/s) Caudal máximo anual
- Q_T (m³/s) Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T
- T (años) Periodo de retorno

El caudal de referencia Q_T es aquél que debe ser considerado para realizar el dimensionamiento hidráulico de una obra, elemento o sistema de drenaje superficial del vial. Se considera igual al caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno que se considere.

La vida útil de una planta fotovoltaica se establece en 20-25 años. Durante ese periodo, el tráfico por sus caminos resulta prácticamente nulo, con lo que el riesgo de daños materiales y personales es muy reducido.

4 INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación I (T, t) correspondiente a un período de retorno T, y a una duración del aguacero t, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde:

- I(T,t) (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno T y a una duración del aguacero t.
- I_d (mm/h) Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T
- F_{int} (adim) Factor de intensidad

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca Q_T, es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración (t = t_c) de dicha cuenca.

5 INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T, se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

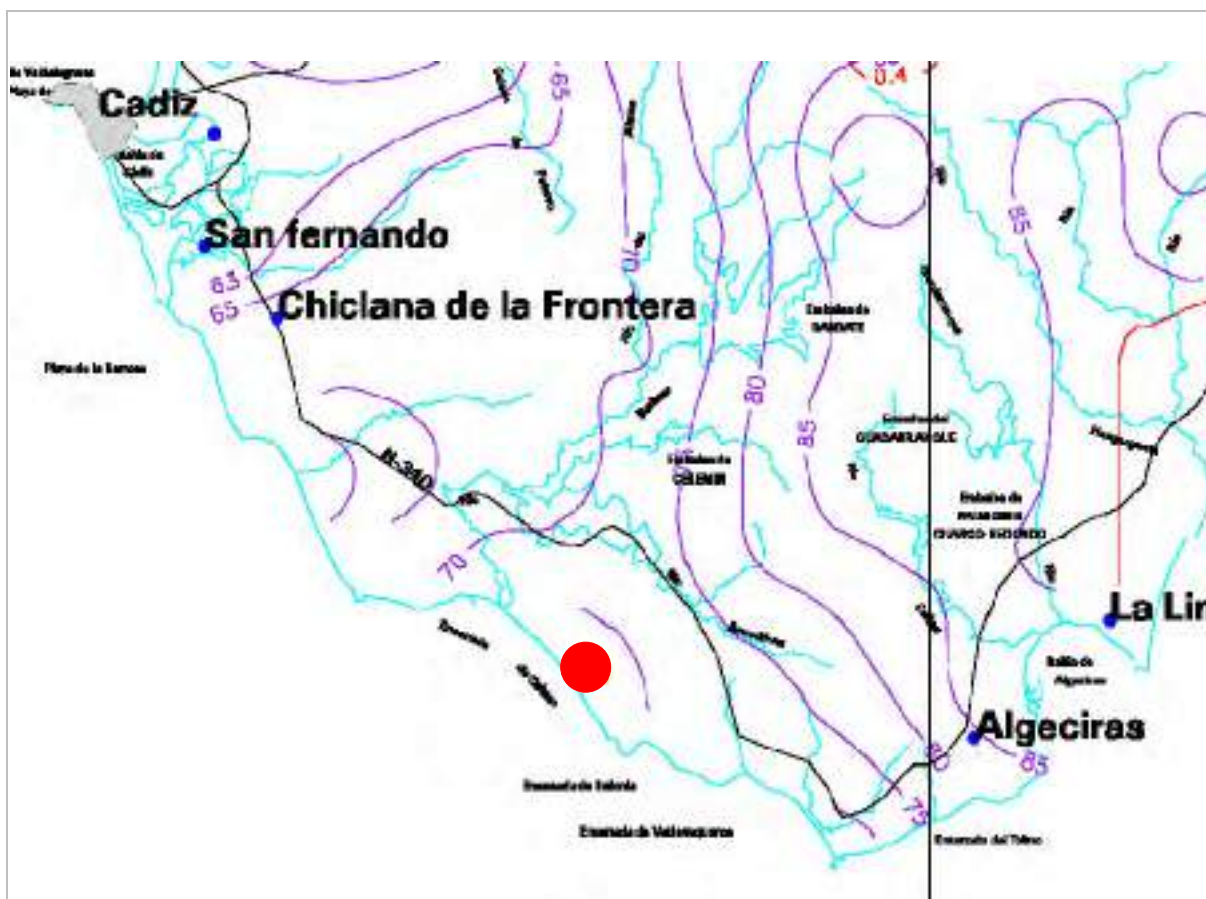
Siendo

- I_d (mm/h) Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T
- P_d (mm) Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T
- K_A (adim) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

5.1 PRECIPITACIÓN DIARIA

Para la determinación de la precipitación diaria correspondiente al período de retorno T , P_d , se sigue el procedimiento explicado en “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” de la Dirección General de Carreteras, que consiste en usar los planos y tablas incluidos en esta publicación del modo siguiente:

1. Localizar en los planos el punto geográfico deseado con la ayuda del plano-guía
2. Estimar mediante las isolíneas presentadas el coeficiente de variación CV (líneas rojas con valores inferiores a la unidad) y el valor medio $\bar{P}$ de la máxima precipitación diaria anual (líneas moradas).
3. Para el periodo de retorno deseado T y el valor de CV , obtener el factor de amplificación KT mediante el uso de la tabla KT .
4. Realizar el producto del factor de amplificación KT por el valor medio $\bar{P}$ de la máxima precipitación diaria anual obteniendo la precipitación diaria máxima para el periodo de retorno deseado P_d .



Ubicación de la Planta sobre las isolíneas de “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”

Para la localización de la Planta se obtienen los valores siguientes:

$$CV = 0.4$$

$$\bar{P} = 70 \text{ mm/día}$$

Entrando en la siguiente tabla se obtiene el factor de amplificación KT correspondiente al periodo de retorno considerado:

K_T	Periodo de retorno T(años)							T_{MCO}
	C_v	2	5	10	25	50	100	500
0.38		0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	3.014
0.39		0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	3.067
0.40		0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	3.128
0.41		0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	3.189
0.42		0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	3.250

Extracto y modificado de la tabla 7.1. de "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular"

Con estos datos se obtiene entonces el valor de la precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T, Pd:

PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA Pd							
T (años)							T_{MCO}
2	5	10	25	50	100	500	5
(mm/d)	(mm/d)	(mm/d)	(mm/d)	(mm/d)	(mm/d)	(mm/d)	(mm/d)
63.63	87.29	104.44	128.73	147.91	168.21	218.96	87.29

5.2 FACTOR REDUCTOR DE LA PRECIPITACIÓN POR ÁREA DE LA CUENCA

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca K_A , tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente formula:

$$K_A = 1 \quad \text{Si } A < 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15} \quad \text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2$$

Donde

K_A (adim) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca
 A (km²) Área de la cuenca

6 FACTOR DE INTENSIDAD F_{INT}

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero t
- El período de retorno T, si se dispone de curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \max(F_a, F_b)$$

Donde:

F_{int} (adim) Factor de intensidad
 F_a (adim) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I1/Id)

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Fb (adim) Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo

A falta de curvas IDF de la zona de estudio, el factor de intensidad se considera igual al factor obtenido a partir del índice de torrencialidad:

$$F_{int} = F_a$$

6.1 OBTENCIÓN DE F_a

Este factor se rige por la siguiente función:

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 \cdot t^{0,1}}$$

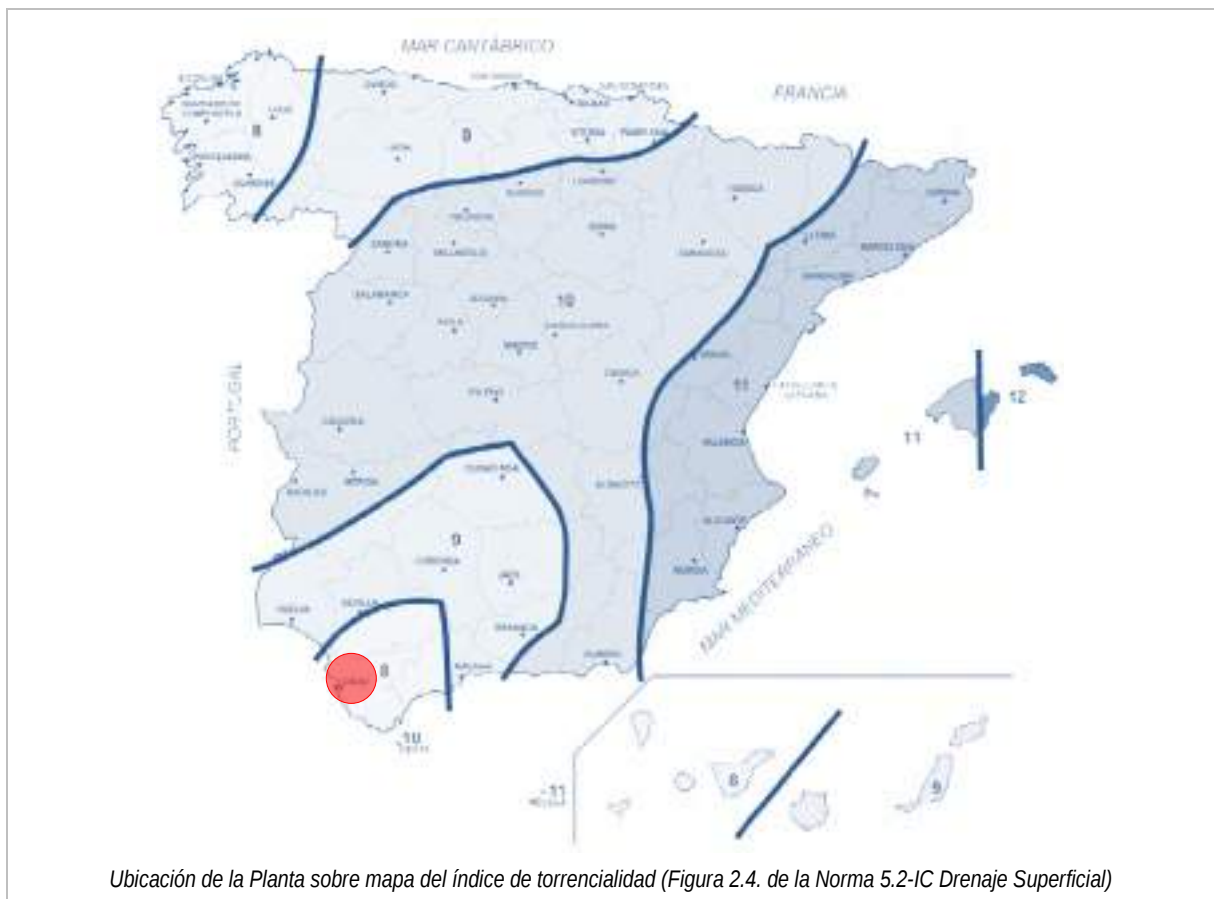
Donde:

Fa (adim) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d)

I_1/I_d (adim) Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la figura 2.4.

t (horas) Duración del aguacero

Para la obtención del factor F_a , se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t = t_C$).



INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Del mapa anterior se extrae el valor del índice de torrencialidad resultando:

$$\frac{I_1}{I_d} = 8$$

7 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Tiempo de concentración t_c , es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe, mediante las siguientes formulaciones:

- Para cuencas principales:

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

Donde:

tC	(horas)	Tiempo de concentración
LC	(km)	Longitud del cauce
JC	(adim)	Pendiente media del cauce

Dado que el tiempo de concentración depende de la longitud y pendiente del cauce escogido, se han tanteado diferentes cauces o recorridos del agua, incluyendo siempre en los tanteos los de mayor longitud y menor pendiente. El cauce (o recorrido) escogido es aquél que proporciona un mayor valor del tiempo de concentración t_c .

En aquellas cuencas principales de pequeño tamaño en las que el tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno sea apreciable respecto al tiempo de recorrido total no será de aplicación la fórmula anterior, debiendo aplicarse las indicaciones que se proporcionan a continuación para cuencas secundarias. Se considera que se produce esta circunstancia cuando el tiempo de concentración calculado mediante la fórmula anterior sea inferior a 15 minutos ($t_c \leq 0,25$ h)

- Para cuencas secundarias

El tiempo de concentración se determina dividiendo el recorrido de la escorrentía en tramos de característica homogéneas inferiores a trescientos metros de longitud (300 m) y sumando los tiempos parciales obtenidos, distinguiendo entre:

- Flujo canalizado a través de cunetas u otros elementos de drenaje, en el caso de que se dimensionen: se puede considerar régimen uniforme y aplicar la ecuación de Manning
- Flujo difuso sobre el terreno:

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$$

Donde:

tdif	(min)	Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno
------	-------	--

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

Ldif (m) Longitud de recorrido en flujo difuso

ndif (adim) Coeficiente de flujo difuso (tabla 2.1)

Jdif (adim) Pendiente media

Valores del coeficiente de flujo difuso tabla 2.1

Cobertura del terreno	n _{dif}
Pavimentado o revestido	0,015
No pavimentado ni revestido vegetación nula	0,050
No pavimentado ni revestido vegetación escasa	0,120
No pavimentado ni revestido vegetación media	0,320
No pavimentado ni revestido vegetación densa	1,000

Finalmente, el valor del tiempo de concentración t_C a considerar para cuencas secundarias se obtiene de la siguiente tabla:

tabla 2.2

t _{dif} (min)	t _C (min)
≤ 5	5
5 ≤ t _{dif} ≤ 40	t _{dif}
≥ 40	40

En la tabla siguiente se muestran los resultados de los tiempos de concentración de las distintas cuencas en estudio:

CUENCA	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN				
	Flujo difuso (aplica si t _C < 0,25 h)				
	t _C	Cobertura del terreno	n _{dif}	t _{dif}	t _C
	(h)			(min)	(h)
01	0.32	No pavimentado ni revestido vegetación media	0.320	40	0.321
02	0.16	No pavimentado ni revestido vegetación media	0.320	28	0.465

8 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I (T, t_C) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

El coeficiente de escorrentía C, se obtendrá mediante la siguiente formula:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2} \quad \text{si } \frac{P_d \cdot K_A}{P_0} > 1$$

$$C = 0 \quad \text{si } \frac{P_d \cdot K_A}{P_0} \leq 1$$

Donde

C (adim) Coeficiente de escorrentía

P_d (mm) Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T considerado

K_A (adim) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (visto en 2.3.1)

P0 (mm) Umbral de escorrentía

8.1 UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El umbral de escorrentía P0, representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Donde

P0 (mm) Umbral de escorrentía

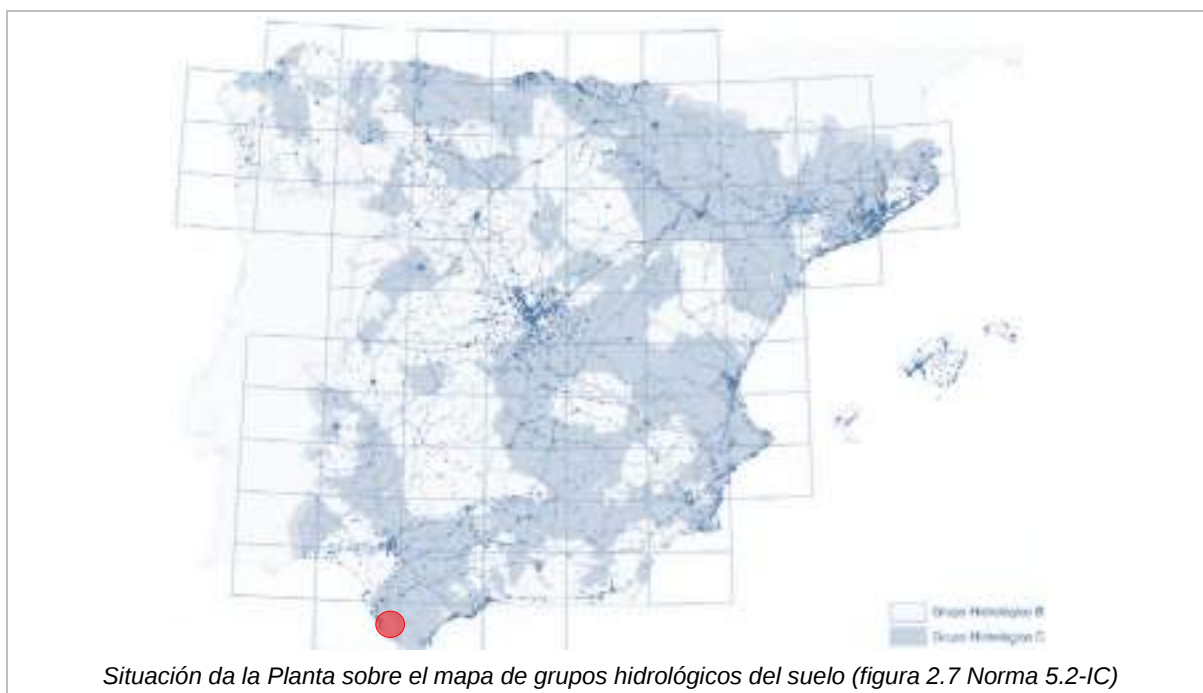
P0i (mm) Valor inicial del umbral de escorrentía

β (adim) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

8.2 VALOR INICIAL DE UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El valor inicial del umbral de escorrentía P0i, se determina como se refiere a continuación, a partir de la tabla 2.3 de la Norma 5.2-IC, en la cual se obtiene el valor inicial del umbral de escorrentía a partir del tipo de suelo codificado según el proyecto europeo Corine Land Cover 2000, y el grupo hidrológico del suelo, extraído del Mapa de Suelos de la figura 2.7 de la Norma 5.2-IC, que para la planta resulta que el suelo sobre el que se localiza pertenece al **grupo hidrológico C**.

CUENCA	Umbral de Escorrentía Inicial					
	Corine Land Cover					P ₀ ⁱ
	Número	Tipo	Pendiente	Cultivo	Código	
						(mm)
01	211	Tierras de labor en secano (cereales)	< 3	R/N	21100	14.00
02	211	Tierras de labor en secano (cereales)	< 3	R/N	21100	14.00





Clasificación Corine Land Cover 2000-2018 de las cuencas en estudio.

9 COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

La formulación del método racional efectuada en los epígrafes precedentes requiere una calibración con datos reales de las cuencas, que se introduce en el método a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía β .

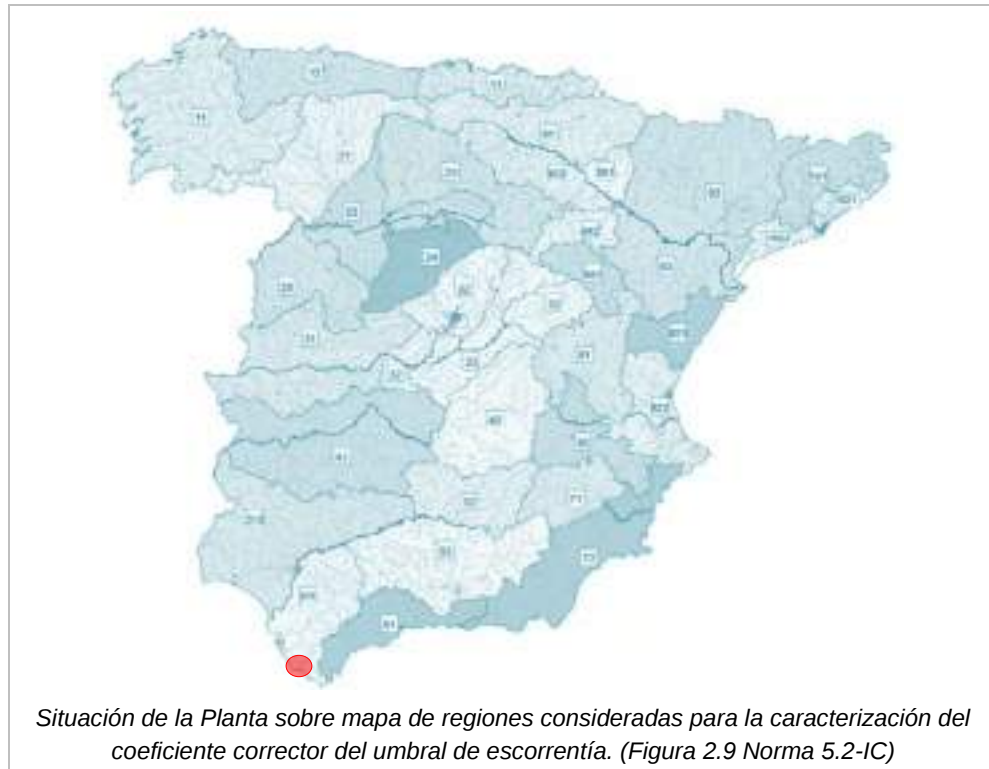
Cuando no se dispone de información suficiente en la propia cuenca de cálculo o en cuencas próximas similares, para llevar a cabo la calibración, se toma el valor del coeficiente corrector a partir de los datos de la tabla 2.5, correspondientes a las regiones del Mapa de Regiones de la figura 2.9. de la Norma 5.2-IC.

En este caso, para drenaje transversal de vías de servicio, ramales, caminos, accesos a instalaciones y edificaciones auxiliares de la carretera y otros elementos anejos, se debe aplicar el producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía por un factor dependiente del período de retorno T , considerado para el caudal de proyecto en el elemento de que en cada caso se trate:

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

Donde

- β^{PM} (adim) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes, o drenaje transversal de vías auxiliares
- β_m (mm) Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (tabla 2.5)
- F_T (mm) Factor función del período de retorno T (tabla 2.5)



Extracto de Tabla 2.5 Norma 5.2-IC. Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Región	Valor medio β_m	Período de retorno T (años), F_T					
		2	5	10	25	50	100
511	2.15	0.81	0.91	1.00	1.12	1.210	1.30

10 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Este coeficiente se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Donde

K_t (adim) Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

t_c (h) Tiempo de concentración de la cuenca.

CUENCA	K_t
--------	-------

01	1.017
02	1.027

11 CAUDAL DE PROYECTO

Aplicando la formulación referida se obtienen los caudales máximos anuales correspondientes al periodo de retorno T considerado, Q_T que se reflejan en las siguientes tablas:

CUENCA	CAUDALES HIDROLÓGICOS Q_T							
	T (años)							TMCO
	2	5	10	25	50	100	500	5
	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
01	0.020	0.036	0.047	0.063	0.077	0.093	0.134	0.036
02	0.004	0.006	0.008	0.011	0.014	0.017	0.024	0.006

12 BARRANCOS Y CAUCES CATALOGADOS POR CONFEDERACIÓN

En las parcelas ocupadas por la planta fotovoltaica y en el trazado de la zanja de MT hay cauces catalogados por el Organismo de Cuenca que se encuentren afectados directamente. Se trata de 3:

- Arroyo del Candalar.
- Arroyo innominado 1, que es tributario del Arroyo del Candalar.
- Arroyo innominado 2.

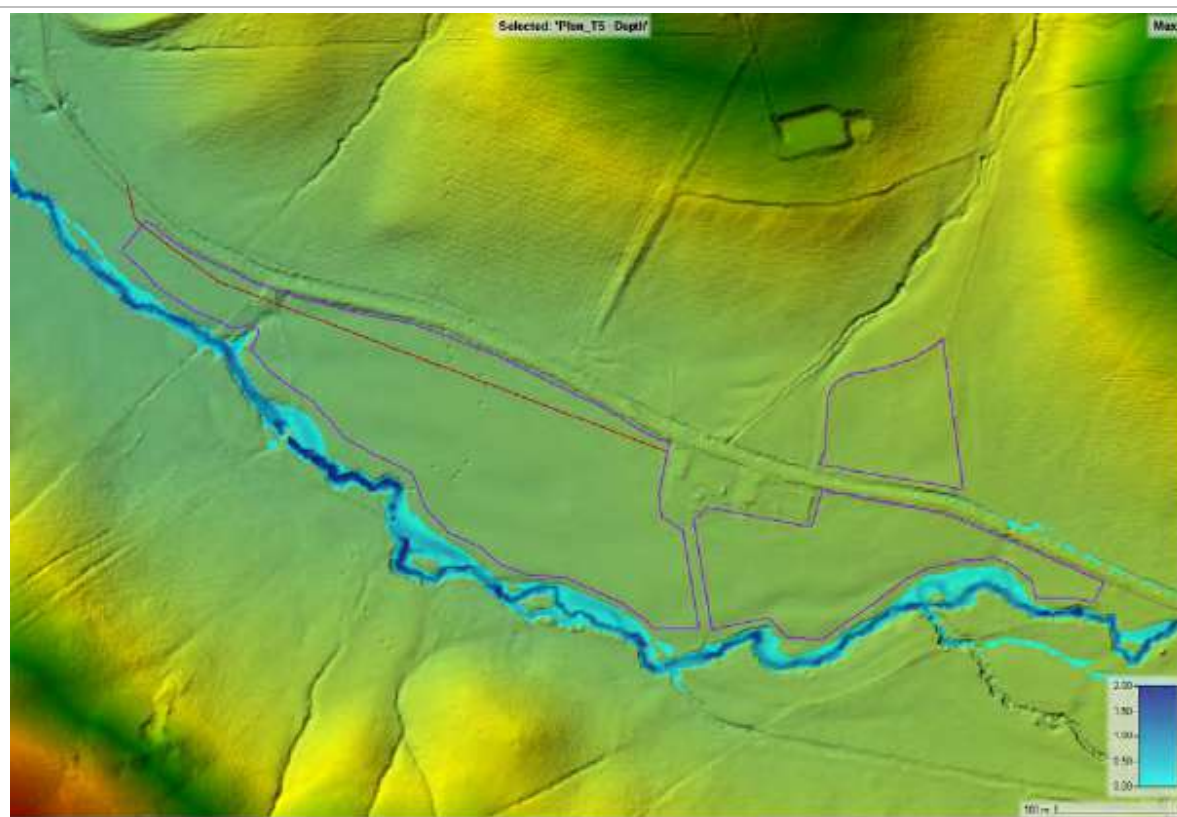
Se ha respetado el Dominio Público Hidráulico estimado y su zona de servidumbre de los cauces, obtenido de fuentes públicas y calculados también hidráulicamente mediante software especializado.



13 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE PRINCIPAL (ARROYO DEL CANDALAR).

Se ha desarrollado un modelo hidráulico que permite conocer y analizar las capas de inundabilidad producidas por las avenidas torrenciales del Arroyo del Candalar. El software HEC-RAS 6.6 permite la simulación hidráulica bidimensional con estos fines. En este caso se han modelizado los periodos de retorno de 5 y 100 años, para estimar fundamentalmente las zonas de Dominio Público Hidráulico, Servidumbre y Zona de Flujo Preferente, que son excluyentes para elementos de proyecto atendiendo a la legislación de aguas.

13.1 RESULTADOS MODELOS HIDRÁULICOS.

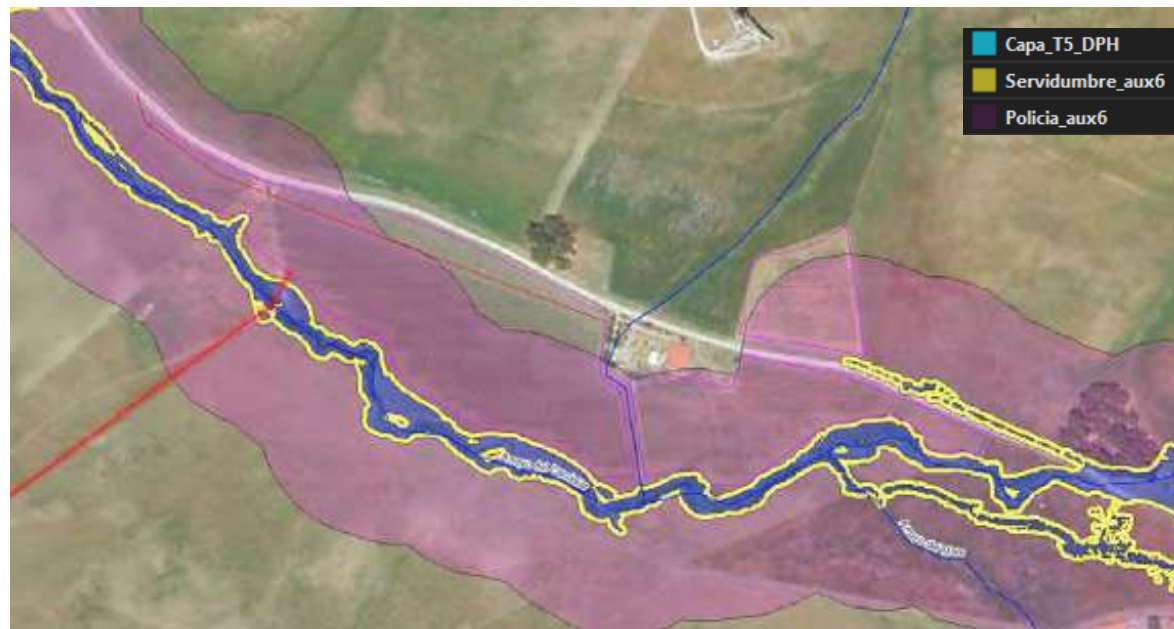


Resultados de **calados máximos** para el periodo de retorno de $T=5$ años (Máxima Crecida Ordinaria)



Capa de **velocidades de flujo máximas** para el periodo de retorno de $T=100$ años.

13.2 ESTIMACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO



Capas de resultados para la estimación de **DPH**, zona de **Servidumbre** y zona de **Policía**.

13.3 ESTIMACIÓN DE ZONA DE FLUJO PREFERENTE



Capas de resultados para la estimación de **ZFP**, con criterios de **ZIP** (zona de inundación peligrosa).

14 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DRENAJE SECUNDARIA (MODELO DE LLUVIAS-PRECIPITACIÓN).

Se ha desarrollado un modelo hidráulico que permite conocer y analizar las escorrentías secundarias que producirá la precipitación directa sobre la extensión de la planta y sus inmediaciones. El software HEC-RAS 6.6 permite la simulación hidráulica bidimensional de fenómenos de precipitación neta para diferentes periodos de retorno. En este caso se han modelizado los mismos periodos de retorno que para el Arroyo del Candalar, para estimar así las escorrentías y zonas endorreicas que se pueden generar. El modelo de lluvias es únicamente válido para toda la zona interna de la planta y para la estimación del DPH y sus zonas de Servidumbre y Policía del Arroyo innominado 1 (tributario del Arroto del Candalar). No para lo que es visible en el Arroyo del Candalar en estos modelos de rain on grid.

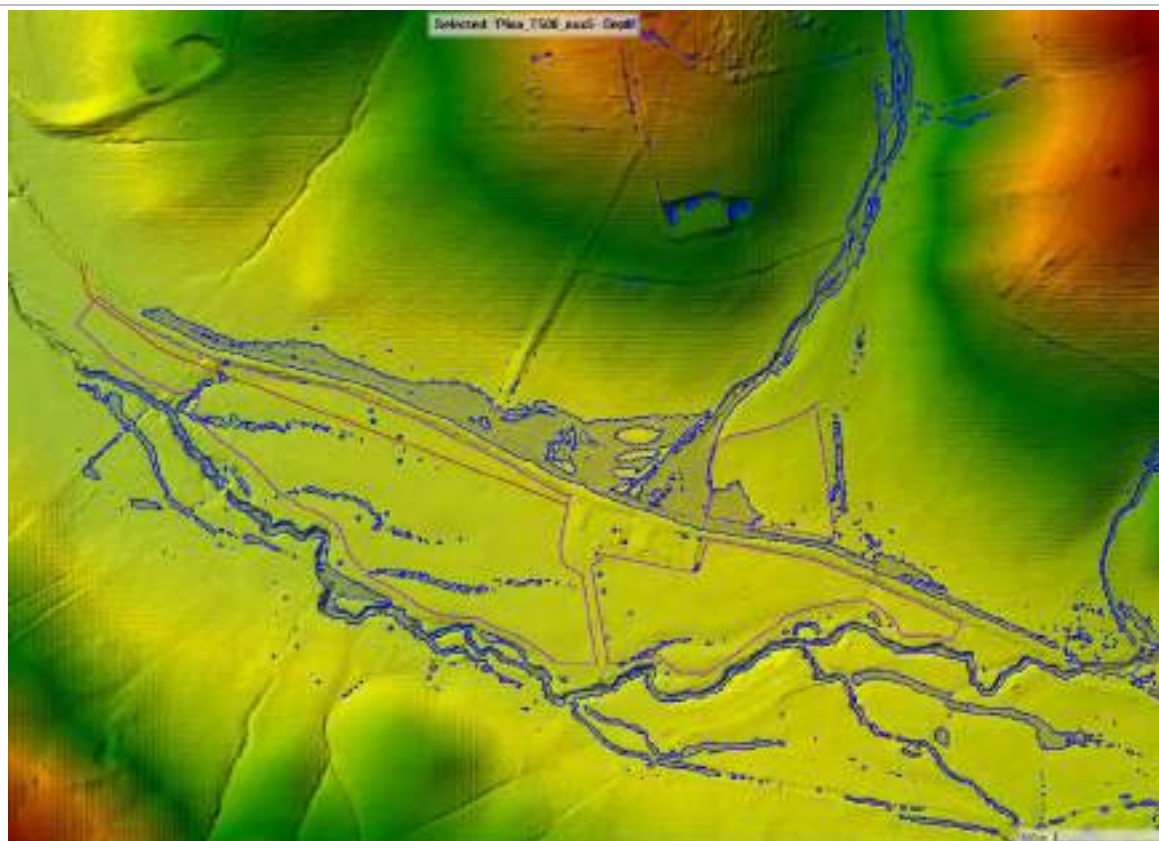
14.1 RESULTADOS MODELOS HIDRÁULICOS.



Resultados de **calados máximos** para el periodo de retorno de **T=5 años** (Máxima Crecida Ordinaria).



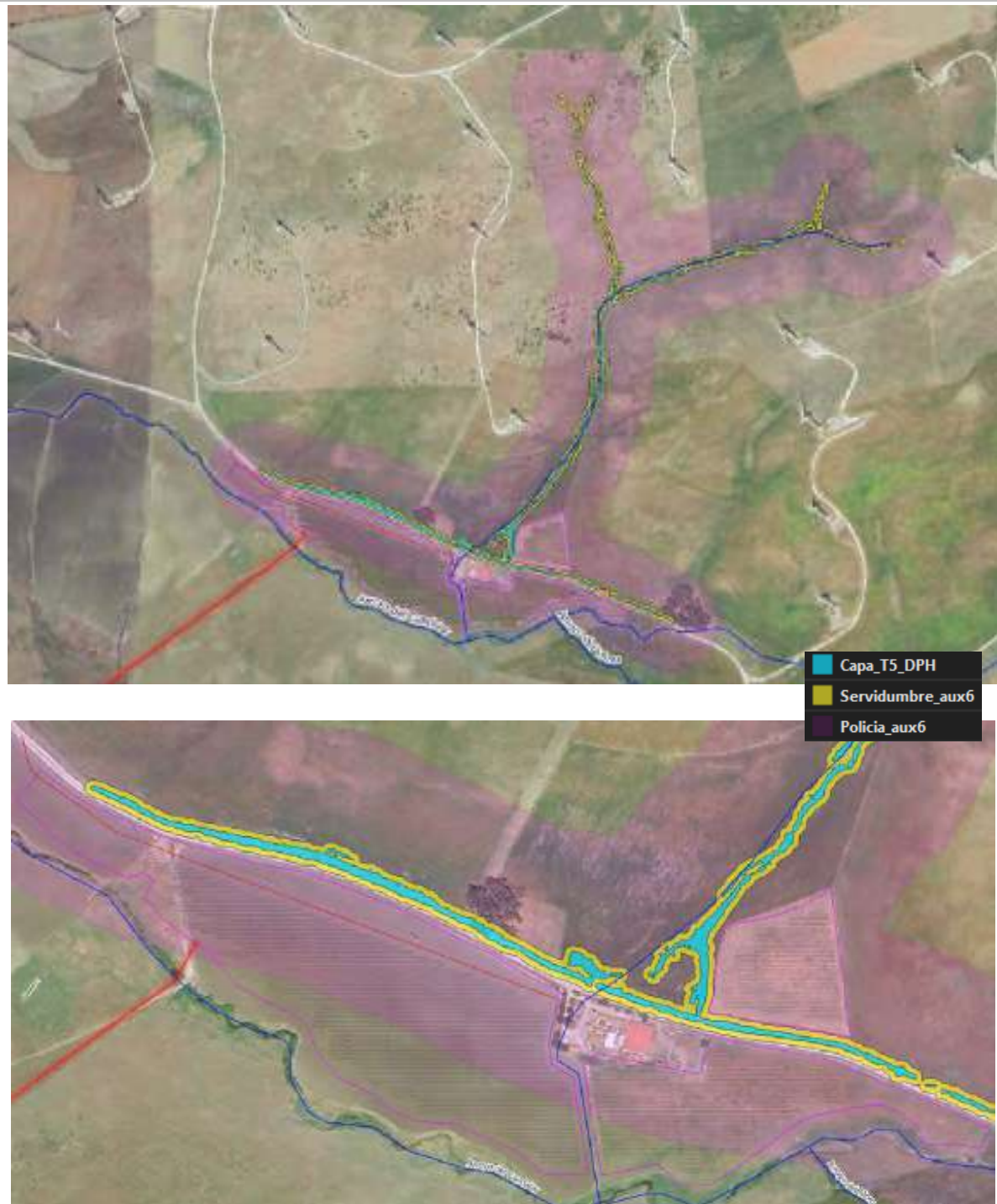
Capa de **velocidades de flujo máximas** para el periodo de retorno de **T=100 años**.



Capa de **máxima inundación** para el periodo de retorno de **T=500 años**.

Se han tenido en cuenta los resultados obtenidos para proyectar de forma correcta la distribución de los elementos del proyecto.

14.2 ESTIMACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO



Capas de resultados para la estimación de **DPH**, **zona de Servidumbre** y **zona de Policía**.

15 ELEMENTOS DE DRENAJE

15.1 ELEMENTOS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Para satisfacer las demandas de caudal a desaguar, se establece la necesidad de colocar una serie de obras de drenaje, indicadas en los planos correspondientes.

En los elementos lineales se comprueban simultáneamente las dos condiciones siguientes:

- La capacidad hidráulica, de los elementos lineales en régimen uniforme y en lámina libre para la sección llena sin entrada en carga debe ser mayor que el caudal de proyecto, Q_P

$$Q_{CH} = \frac{1}{n} \cdot J^{\frac{1}{2}} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot S_{Máx} \geq Q_P$$

- La velocidad media del agua para el caudal de proyecto, debe ser menor que la que produce daños en el elemento de drenaje superficial, en función de su material constitutivo.

$$V_P = \frac{Q_P}{S_P} \leq V_{Máx}$$

Donde

QCH	(m3/s)	Capacidad hidráulica del elemento de drenaje. Caudal en régimen uniforme en lámina libre para la sección llena calculado igualando las pérdidas de carga por rozamiento con las paredes y fondo del conducto a la pendiente longitudinal
J	(adim)	Pendiente geométrica del elemento lineal
SMáx	(m2)	Área de la sección transversal del conducto
RH	(m)	Radio hidráulico $R_H = \frac{S}{p}$
S	(m2)	Área de la sección transversal ocupada por la corriente
p	(m)	Perímetro mojado
n	(s/m1/3)	Coeficiente de rugosidad de Manning, dependiente del tipo de material del elemento lineal.
QT	(m3/s)	Caudal de proyecto del elemento de drenaje
VP	(m/s)	Velocidad media de la corriente para el caudal de proyecto
SP	(m2)	Área de la sección transversal ocupada por la corriente para el caudal de proyecto
VMáx	(m/s)	Velocidad máxima admisible en el elemento de drenaje transversal en función del material del que está constituido

De este modo, se plantean distintas tipologías de obras de drenaje mediante VADOS con diferentes dimensiones hasta dar con las soluciones más satisfactorias para las nuevas obras de drenaje, que se resumen a continuación:

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

T _R	Q _T	OBRA DE DRENAJE			Q _{CH}	Calado y	VELOCIDAD a		Q _T /Q _{CH}
		Cuenca	Nombre	Sección			calado y V _y	sección llena V _p	
(años)	(m³/s)				(m³/s)	(m)	(m/s)	(m/s)	(%)
25	0.063	01	VA-01	10x0.2	1.436	0.062	0.658	1.44	4.4%
25	0.011	02	ODT-02	1xØ500	0.349	0.063	0.799	1.96	3.3%

Donde:

ODT Obra de drenaje Transversal. Tubos de hormigón armado.

VA Drenaje mediante Vado inundable

□[nxn] OD tipo marco con dimensiones interiores ancho *n* x alto *n*

Ønnn OD tipo tubo con diámetro interior *nnn* mm

Las obras de drenaje se han limitado al 85% de su capacidad para asegurar que trabajan en régimen libre y no en carga.

Respecto a los drenajes longitudinales, se ha estimado una cuneta en el lado aguas arriba del camino diseñado para el acceso a la planta, en tres tramos, de dimensiones 0.6 m de ancho, y 0.3 m de calado, en tierras y de sección triangular.

Esta sería su ubicación aproximada:

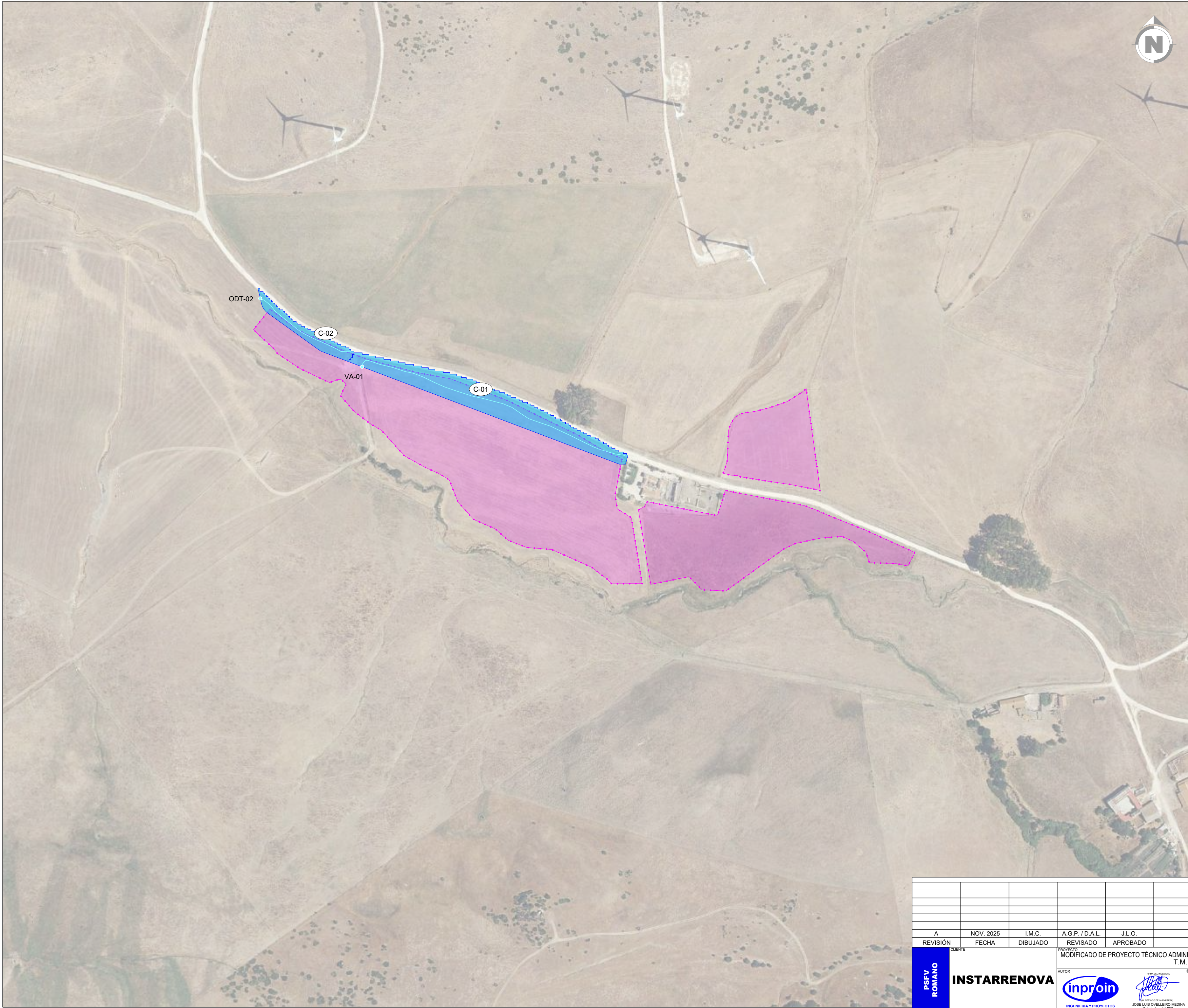


INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

16 PLANOS

342214812-336-01.101	PLANTA GENERAL. BARRANCOS Y ARROYOS CATALOGADOS (Confederación Hidrográfica)
342214812-336-01.102	PLANTA GENERAL. CUENCAS HIDROGRAFICAS

[illegible]



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍMITE DEL VALLADO
	CUENCAS
	LÍNEAS DRENAJES MÁX.
	ODT

A	NOV. 2025	I.M.C.	A.G.P. / D.A.L.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
PSFV ROMANO		CLIENTE			PROYECTO
		INSTARRENOVA			MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PSFV "ROMANO" T.M. TARIFA (CÁDIZ)
					AUTOR
					TÍTULO
					CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALETE Y BARBATE
					PLANO Nº
					342214812-3362-01J_Anexo 10.02
					Nº HOJAS
					1 de 1
					REVISIÓN
					A
					FORMATO
					A2
					ESCALA
					1:3.000

DOCUMENTO 02. PLANOS

INSTARRENOVA S.L.	MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PSFV "ROMANO" T.M. de Tarifa (Cádiz)	
-------------------	--	--

ÍNDICE DE PLANOS

342214812-3363-020 SITUACIÓN - EMPLAZAMIENTO

342214812-3363-030 PLANTAS DETALLE

342214812-3363-040 AFECCIONES

342214812-3363-042 CT TIPO

342214812-3363-060 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

342214812-3363-070 REGULACIONES URBANÍSTICAS

342214812-3363-111 PLANTA CAMINOS

342214812-3363-112 PERFILES LONGITUDINALES CAMINOS

342214812-3363-114 SECCIONES TIPO DE CAMINOS

342214812-3363-124 SECCIONES TIPO DRENAJES

342214812-3363-200 EDIFICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

342214812-3363-293 DETALLES DE VALLADO

342214812-3363-402 ESQUEMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN

342214812-3363-414 SECCIONES TIPO DE ZANJAS

342214812-3363-440 EDIFICIO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

342214812-3363-451 ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES

342214812-3363-471 DETALLES DE ESTRUCTURA

342214812-3363-472 HINCADO DE ESTRUCTURA

342214812-3363-500 ESQUEMA UNIFILAR DE BAJA TENSIÓN

342214812-3363-514 DETALLE DE CONEXIONADO DE SERIES

342214812-3363-530 PLANTA GENERAL Y DETALLES PAT

342214812-3363-860 PLANTA GENERAL CCTV