



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

**ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA EN EL VALLE DEL GUADIATO (CORDOBA)**

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Autor: Daniel López Ortiz

Tutor: Dr. Jorge Oswaldo Veintimilla Alcas

Departamento: Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación, de la Escuela Politécnica superior de Málaga

Área de conocimiento: Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras

Expresión Gráfica en la Ingeniería

Cotutor: Dr. Enrique Navarrete De Gálvez

Departamento: Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos, de la Escuela Politécnica Superior de Málaga

Área de conocimiento: Proyectos de Ingeniería

Málaga, 23 de marzo, 2025

Resumen

En este documento se realizará el estudio de viabilidad, cálculo y proyección de la instalación de un sistema de generación de energía eléctrica con energías renovables. En este caso, por medio de la energía solar generada por placas fotovoltaicas.

El objetivo es suplir la demanda eléctrica tras el cierre de la central de carbón en la zona por el impacto medioambiental junto a regulaciones que la hacían inviable

Se comenzará con un previo estudio de la ubicación, necesidad y estimaciones técnicas para implementar este sistema de generación de forma óptima. Bajo este estudio se desarrollará el proyecto en base a toda la normativa de obligado cumplimiento y con una estructuración donde se reflejarán los cálculos, aplicación de la regulación para este tipo de proyectos, estudio económico e impacto sobre el medio.

Renovables

Solar

Fotovoltaica

Impacto medioambiental

Estudio económico

Proyecto

DLOTFG2025

Summary

In this document a feasibility study, calculation and projection of the installation of an electrical energy generation system with renewable energies will be carried out. In this case, by means of solar energy generated by photovoltaic panels.

The aim is to meet the demand for electricity after the closure of the coal-fired power station in the area due to the environmental impact and regulations that made it unviable.

It will begin with a preliminary study of the location, needs and technical estimates to implement this generation system in an optimal way. Under this study, the project will be developed based on all the mandatory regulations and with a structure that will reflect the calculations, application of the regulations for this type of project, economic study and impact on the environment.

Renewables

Solar

Photovoltaic

Environmental impact

Economic study

Project

DLOTFIG2025

TITULO

ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN EL VALLE
DEL GUADIATO

ORGANISMO

Universidad de Málaga

PROMOTOR

Statkraft España

Calle Pintor Sorolla 3, 46002 Valencia

EMPLAZAMIENTO

Obejo, Córdoba, España

Coordenadas UTM: 38.14575403184868, -4.804809105887369

OFICINA TÉCNICA

Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Málaga

Arquitecto Francisco Peñalosa, 6, Campanillas, 29071 Málaga

PROYECTISTA

Nombre: Daniel López Ortiz

Titulación: Ingeniero en Tecnologías Industriales

DLOTFG2025

INDICE GENERAL

1.MEMORIA	12
1.1. IDENTIFICACIÓN	13
1.1.1. <i>Título</i>	13
1.1.2. <i>Datos del Autor</i>	13
1.1.3. <i>Tutores del Proyecto</i>	13
1.1.4. <i>Situación y Emplazamiento</i>	13
1.2. OBJETO.....	14
1.3. ALCANCE.....	14
1.4. ANTECEDENTES.....	14
1.5. NORMATIVAS Y REFERENCIAS	15
1.5.1 <i>Normativas</i>	15
1.5.2. <i>Referencias</i>	16
1.5.3 <i>Programas de cálculo</i>	17
1.5.4 <i>Glosario de términos y abreviaturas</i>	17
1.6. ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS	18
1.7. PLANIFICACIÓN.....	18
1.7.1. <i>Fase de ingeniería y diseño (1 mes):</i>	19
1.7.2. <i>Fase de tramitación (2-3 meses):</i>	19
1.7.3. <i>Fase de ejecución (3 meses):</i>	19
1.7.4. <i>Fase de legalización y puesta en marcha (1 mes):</i>	19
1.7.5. <i>Hitos principales:</i>	19
1.8. REQUISITOS DE DISEÑO	20
1.8.1 <i>Previsión de cargas.</i>	20
1.8.1.1. <i>Estimación de potencia por habitantes del municipio</i>	20
1.8.1.2. <i>Estimación de potencia por viviendas.</i>	20
1.8.1.3. <i>Estimación de la curva de consumo diario</i>	21
1.8.2. <i>Análisis de soluciones</i>	23
1.8.2.1 <i>Emplazamiento</i>	23
1.8.2.2 <i>Evaluación de selección de sistema de seguimiento.</i>	25
1.8.2.3. <i>Elección de tecnología para módulos solares</i>	27
1.8.2.3.1 <i>Tecnología HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin Layer)</i>	27
1.8.2.3.2 <i>Tecnología CdTe (Teluro de Cadmio)</i>	27
1.8.2.3.3 <i>Tecnología CIS (Seleniuro de Indio y Cobre)</i>	28
1.8.2.3.4 <i>Silicio MonoCristalino</i>	28
1.8.2.3.5 <i>Elección del Silicio Monocristalino.</i>	28
1.8.3. <i>Placas solares</i>	28

1.8.4. Inversores.....	29
1.8.5 Protecciones.....	30
1.8.5.1. Cableado.....	30
1.8.5.1.1. Cableado de Corriente Continua (DC).....	30
1.8.5.1.2. Cableado de Corriente Alterna (AC).....	32
1.8.5.2. Protecciones Eléctricas.....	32
1.8.5.2.1. Caja de Corriente Continua (DC).....	33
1.8.5.2.2. Protecciones del inversor.....	33
1.8.5.2.3. Caja Alterna de Primer Nivel.....	33
1.8.5.2.4. Caja Alterna de Segundo Nivel.....	33
1.8.5.2.5. Protección en la parte de media tensión del transformador.....	34
1.8.5.3. Puesta a Tierra.....	35
1.8.5.3.1. Objetivo y Función.....	35
1.8.5.3.2. Esquema de la Puesta a Tierra.....	35
1.8.5.3.3. Sección de los Conductores.....	36
1.8.5.3.4. Puesta a Tierra de los Módulos Fotovoltaicos.....	37
1.8.5.3.5. Puesta a Tierra del Sistema de Corriente Continua (DC).....	37
1.8.5.3.6. Cálculo de la Resistencia de los Electrodo.....	38
1.8.5.3.7 Solución final para los electrodos:.....	38
1.9. CONCLUSIONES DEL PROYECTO.....	39
1.9.1. Viabilidad técnica comprobada:.....	39
1.9.2. Adecuación a la demanda local:.....	39
1.9.3. Sostenibilidad y compromiso ambiental:.....	39
1.9.4. Justificación económica sólida:.....	39
1.9.5. Cumplimiento normativo y seguridad garantizada:.....	40
1.9.6. Evaluación y selección de alternativas.....	40
1.9.7. Cobertura de demanda presente y futura.....	40
1.9.8. Aplicación práctica y replicabilidad:.....	40
2. ANEXOS.....	41
2.1. Cálculos justificativos.....	42
2.1.1. Cálculos de los Paneles Solares y cadena de paneles.....	42
2.1.1.1 Parámetros Generales de simulación.....	43
2.1.2. Inversores.....	44
2.1.3. Cableado.....	45
2.1.3.1. Cálculos para el cableado de corriente continua (DC).....	45
2.1.3.2. Cálculo de la Sección de los Conductores.....	46
2.1.4. Cálculos de puesta a Tierra.....	47
2.1.4.1. Definición y Objetivos.....	47
2.1.4.2. Esquema de la Puesta a Tierra.....	47

2.1.4.3. Puesta a Tierra de los Módulos Fovovoltaicos	48
2.1.4.4. Puesta a Tierra del Sistema de Corriente Continua	49
2.1.4.5. Cálculo de la Resistencia de los Electrodo de Tierra	49
2.1.5. Definición y cálculo del horizonte y sombras	50
2.1.6. Simulaciones de Incidencia solar y Distribución de potencia	50
2.1.6.1 Incidencia solar	50
2.2. ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD	51
2.2.1 Identificación de riesgos:.....	51
2.2.2. Medidas preventivas:.....	52
2.2.3. Protección colectiva:	52
2.2.4. Equipos de protección individual (EPI):	52
2.3. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	53
2.3.1. Clasificación de residuos:	53
2.3.2. Gestión y almacenamiento:	53
2.3.3. Estimación de residuos generados:.....	53
2.4. EVALUACIÓN AMBIENTAL RESUMIDA.....	54
2.4.1. Medio físico:.....	54
2.4.2. Medio biológico:.....	54
2.4.3. Medio socioeconómico:.....	54
2.4.4. Medidas preventivas:.....	54
3.PLANOS.....	56
4.PLIEGO DE CONDICIONES	65
5.MEDICIONES	72
6.PRESUPUESTO.....	75

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 CURVA DE CONSUMO DIARIO MELILLA	22
ILUSTRACIÓN 2 CURVA DE CONSUMO DIARIO OBEJO	22
ILUSTRACIÓN 3 VISTA AÉREA DE LA ZONA.....	23
ILUSTRACIÓN 4 ZONA DISPONIBLE PARA EL PARQUE FOTOVOLTAICO	24
ILUSTRACIÓN 5 SISTEMA SEGUIMIENTO 1 EJE.....	25
ILUSTRACIÓN 6 SISTEMA SEGUIMIENTO 2 EJES	25
ILUSTRACIÓN 7 PARAMETROS GENERALES DE SIMULACIÓN	43
ILUSTRACIÓN 8 CARACTERISTICAS DE LOS MODULOS	44
ILUSTRACIÓN 9 PÉRDIDAS DEL SISTEMA	44
ILUSTRACIÓN 10 PLANO DEL HORIZONTE SOLAR	51

DLOTFG2025

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA POR SECTORES.....	21
TABLA 2: SECCIONES DE CONDUCTORES.....	36
TABLA 3: ESPECIFICACIÓN PLACA SOLARES	43
TABLA 4: INTENSIDAD MÁXIMA SEGÚN AISLAMIENTO Y TOPOLOGÍA DEL CABLE.....	46
TABLA 5: SECCION DE CONDUCTORES (2)	46
TABLA 6 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS.....	53
TABLA 7 MEDICIONES.....	74
TABLA 8: PRESUPUESTOS	76

DLOTFG2025

Estudio e implementación de instalación fotovoltaica en el valle del Guadiato

1. Memoria

1. Memoria

1.1. Identificación

1.1.1. Título

Estudio e implementación de energía Fotovoltaica en el Valle del Guadiato (Córdoba)

1.1.2. Datos del Autor

- Nombre: Daniel López Ortiz
- Titulación: Graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales por la Universidad de Málaga
- DNI: 31018303C
- Expediente: 103701302

1.1.3. Tutores del Proyecto

Tutores encargados del proyecto son:

- D. Jorge Veintimilla Alcas: Departamento de Ingeniería Civil, Materiales y Fabricación, Escuela Politécnica Superior de Málaga.
- D. Enrique Navarrete De Gálvez, Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos, Escuela Politécnica Superior de Málaga.

1.1.4. Situación y Emplazamiento

El sistema fotovoltaico se situaría en la zona Norte de Obejo, municipio perteneciente a Córdoba.

Las coordenadas de localización UTM en grados decimales (DD) son :
(38.14575403184868 m, -4.804809105887369 m)

1. Memoria

1.2. Objeto

El proyecto presente “*Estudio e implementación de energía fotovoltaica en el valle del Guadiato*” se expone con la finalidad de diseñar e implementar una instalación fotovoltaica para reducir los costes, contaminación y facilitar la entrega de energía eléctrica a la zona.

1.3. Alcance

El proyecto desarrollará un estudio previo del lugar, la selección óptima de su ubicación, la optimización de la potencia necesaria, los cálculos y medios utilizados para su instalación, así como el impacto medioambiental y económico sobre la zona.

1.4. Antecedentes

El crecimiento constante del consumo de energía en la sociedad contemporánea ha generado una preocupación cada vez mayor por la sostenibilidad y la preservación de los recursos naturales. Tras el cierre en 2020 de la central térmica de Puente Nuevo se originó una alta demanda para cubrir los 324MW de potencia instalada en la misma.

La zona del Valle del Guadiato localizado al Norte de Córdoba, perteneciente a la provincia de Córdoba, es muy favorable debido a su clima y horas de sol para la implementación de sistemas de generación energía eléctrica mediante placas fotovoltaicas.

Obejo es un pueblo de la zona con alta visita turística, con alto tránsito y zona muy solicitada para actividades como la caza. Debido al distanciamiento de otras zonas urbanísticas, el pueblo solicitó en 2021 un plan energético donde se implementara el autoabastecimiento cercano por medio de energías renovables.

1. Memoria

1.5 Normativas y Referencias

1.5.1 Normativas

- **Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre:** Regula el acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- **Real Decreto 244/2019, de 5 de abril:** Regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- **Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto:** Por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- **Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo:** Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión e ITC-RAT 01 a 23.
- **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo:** Por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio:** Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad frente al riesgo eléctrico.
- **Ley 24/2013, de 26 de diciembre:** Del Sector Eléctrico, regula el sistema eléctrico y el mercado de electricidad en España.
- **Ley 7/2021, de 17 de diciembre:** De Ordenación Urbanística de Andalucía (LOUA).
- **Ley 31/1995, de 8 de noviembre:** De Prevención de Riesgos Laborales.
- **Ley 54/2003, de 12 de diciembre:** Reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- **Ley 7/2007, de 9 de julio:** De Gestión Integrada de la Calidad Ambiental en Andalucía (GICA).

1. Memoria

- **Decreto-Ley 2/2020, de 9 de marzo:** De mejora y simplificación de la regulación para el fomento de la actividad productiva en Andalucía.
- **Ley 21/2013, de 9 de diciembre:** De Evaluación Ambiental, que regula los estudios de impacto ambiental si fuera necesario.
- **Normas UNE:** Estándares técnicos para el diseño, construcción y operación de instalaciones fotovoltaicas.
- **Normas de Endesa:** Especificaciones técnicas de Endesa como distribuidora local para la conexión a la red.
- **Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) de Obejo:** Normativa urbanística local aplicable al uso del suelo para instalaciones fotovoltaicas.

1.5.2. Referencias

- Apuntes de Asignatura en Universidad de Málaga “Energías Renovables”.
- Apuntes de asignatura en Universidad de Málaga “Instalaciones de Alta Tensión”.
- Apuntes de asignatura en Universidad de Málaga “Instalaciones Eléctricas”
- Apuntes de asignatura en Universidad de Málaga “Proyectos”
- Apuntes de Asignatura en Universidad de Málaga “Líneas y Redes de Transporte de Energía Eléctrica”.
- Plan de Desarrollo de la Red de transporte de Energía Eléctrica. Red Eléctrica de España.
- El libro de las Energías Renovables. Colección Era Solar.
- Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas. Ramón Guerrero Pérez. Ic editorial

1. Memoria

1.5.3 Programas de cálculo

Para la realización del siguiente proyecto se han utilizado los programas de cálculo.

- PVGIS (*PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM*): Herramienta para la recopilación de información, rendimiento de sistemas Fotovoltaicos.
- PVsyst 7.4: Software empleado en el diseño y evaluación de proyectos energéticos.
- Excel: Software de cálculo.
- Etap: Software de diseño eléctrico.

1.5.4 Glosario de términos y abreviaturas

A continuación, se recoge una recopilación de términos técnicos y abreviaturas empleadas a lo largo del presente proyecto:

- FV: Fotovoltaico/a
- CA: Corriente Alterna
- CC: Corriente Continua
- kW: Kilovatio (potencia)
- kWp: Kilovatio pico (potencia máxima en condiciones estándar)
- kWh: Kilovatio-hora (energía)
- MWh: Megavatio-hora (energía)
- HIT: Heterojunction with Intrinsic Thin-layer
- CdTe: Teluro de Cadmio

1. Memoria

- CIS: Cobre, Indio y Selenio
- CIGS: Cobre, Indio, Galio y Selenio
- REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- ITC: Instrucción Técnica Complementaria
- UNE: Normas de la Asociación Española de Normalización
- RD: Real Decreto

1.6. Orden de prioridad de los documentos

De acuerdo con las prácticas habituales de la ingeniería y construcción, en caso de discrepancias entre documentos del proyecto se aplicará el siguiente orden de prioridad:

1. Planos.
2. Pliego de Condiciones Técnicas
3. Presupuesto.
4. Memoria Técnica

Este orden se aplicará para resolver contradicciones durante la ejecución y puesta en marcha del proyecto.

1.7. Planificación

1. Memoria

Este apartado recoge la planificación general del proyecto, incluyendo las principales fases, metas y cronograma estimado.

1.7.1. Fase de ingeniería y diseño (1 mes):

- Estudio de viabilidad, simulaciones, cálculos eléctricos y estructurales.
- Redacción de la documentación técnica y memoria del proyecto.

1.7.2. Fase de tramitación (2-3 meses):

- Solicitud de permisos ambientales y urbanísticos.
- Autorización de conexión a red, licencias de obra y actividad.

1.7.3. Fase de ejecución (3 meses):

- Movimiento de tierras, instalación de estructuras y módulos.
- Conexionado eléctrico, pruebas, puesta en servicio de inversores.

1.7.4. Fase de legalización y puesta en marcha (1 mes):

- Verificación por Organismo de Control Autorizado (OCA).
- Registro en el Ministerio para la Transición Ecológica.

Total estimado: 6 a 8 meses desde el inicio de la redacción del proyecto hasta la operación comercial.

1.7.5. Hitos principales:

- Finalización de ingeniería: Tiempo inicial + 1 mes
- Aprobación de licencias: Tiempo inicial + 3 meses

1. Memoria

- Finalización de obra: Tiempo inicial + 6 meses
- Legalización y operación: T0 + 7 meses

1.8. Requisitos de diseño

1.8.1 Previsión de cargas.

Para la estimación del diseño de potencia necesario se han realizado la recogida de datos por varias vertientes, para conseguir aproximar de manera muy exacta la potencia necesaria en este proyecto.

1.8.1.1. Estimación de potencia por habitantes del municipio.

Con la ayuda de la web de la junta de Andalucía y los datos que recopila el Instituto de estadística y cartografía, se estima en 2082 el número de habitantes del municipio.

<https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/operaciones/consulta/anual/39837>

Realizando una estimación del consumo anual por vivienda suponiendo 2 personas en la misma podemos tomar el valor de 2450 Kwh/año.

Lo que nos supondría 5,032,300 Kwh/año para esta población o lo que es lo mismo 5.032 Mwh/año.

1.8.1.2. Estimación de potencia por viviendas.

Como tenemos el dato de viviendas familiares podríamos realizar un cálculo de potencia por vivienda junto con el coeficiente de simultaneidad aportado por el REBT.

1. Memoria

Estimando en 5750W la previsión de carga por vivienda y usando el Coeficiente de simultaneidad para estas 859 viviendas. Tendríamos una potencia estimada de 2,5 MW para el municipio

Revisando los últimos datos proporcionados por la junta de Andalucía sobre el consumo del municipio de Obejo tendríamos los siguientes datos recogidos:

Consumo de energía eléctrica por sectores

Unidad de medida: **Megavatios/hora** Periodicidad: **Anual**

Fuente: **Endesa Distribución Eléctrica**

Anual: **2023**

Territorio	Sector de actividad						TOTAL
	Agricultura	Industria	Comercio_Servicios	Sector residencial	Administración-Servicios públicos	Resto	
Córdoba	93.274	460.883	575.310	1.148.330	291.804	68.647	2.638.248
Obejo	79	44	245	1.716	276	12	2.372

Tabla 1: consumo Energía eléctrica por Sectores.

1.8.1.3. Estimación de la curva de consumo diario

El consumo diario es esencial para garantizar la entrega suficiente de energía eléctrica tanto de día como por la noche. Debido al uso de energía fotovoltaica en principio sin un almacenamiento de baterías, se realizará una transferencia con la red en los tramos donde la planta fotovoltaica no esté generando, de manera que la red cederá energía a la población. De forma contraria, en las horas de luz la planta será autosuficiente con horas donde podrá ceder a la red eléctrica parte de su generación.

Para realizar un ajuste preciso de esto es necesario elaborar una curva de consumo diario. Para ello se realizará una aproximación con el dato proporcionado por Red Eléctrica en su web de Melilla, sistema eléctrico reducido y muy similar al que se generaría en una localidad como la de nuestro estudio.

1. Memoria

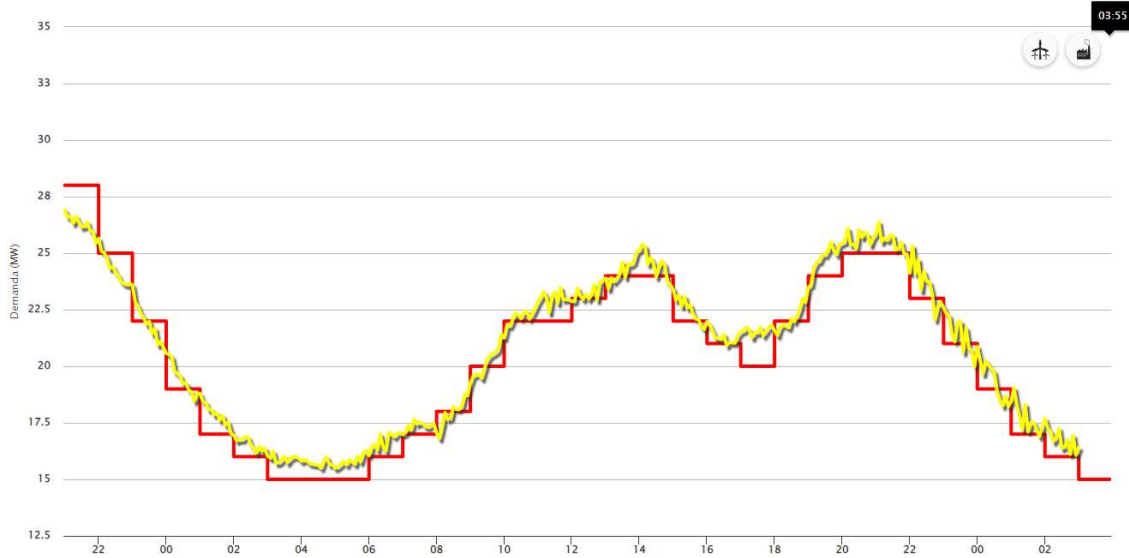


Ilustración 1 Curva de consumo diario Melilla

Teniendo en cuenta que el consumo anual en Melilla es de 205.379 Mwh y en nuestro estudio es de 2.440 Mwh. Podemos realizar una curva proporcional dando como resultado lo siguiente:

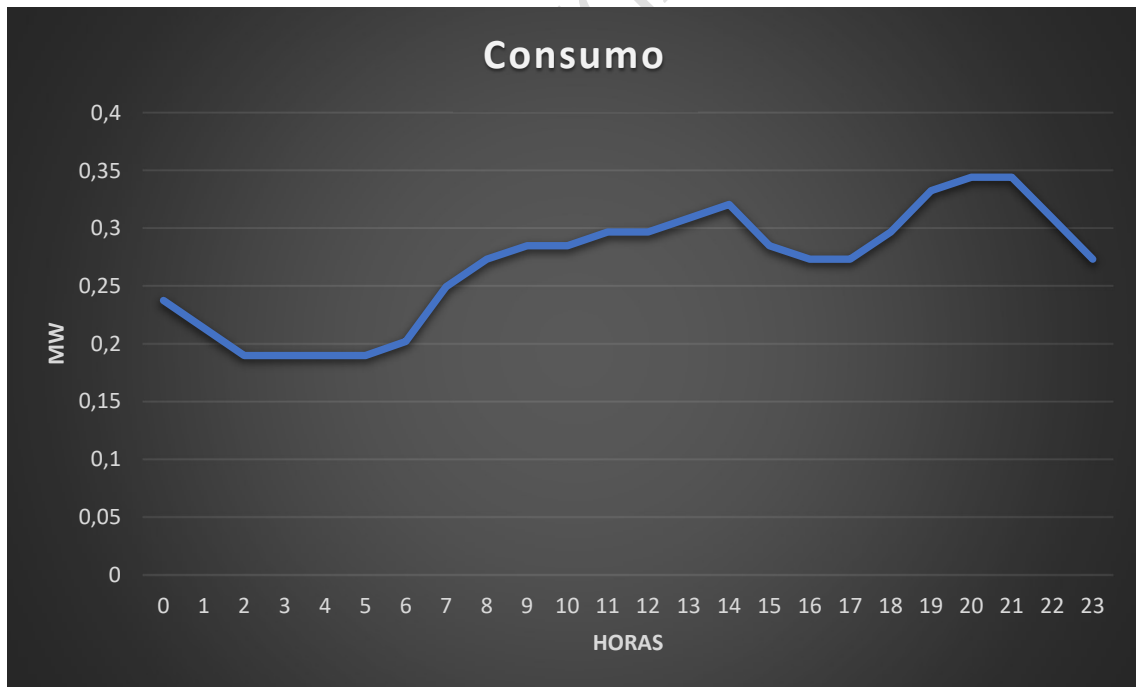


Ilustración 2 Curva de consumo diario Obejo

Con esta curva podremos valorar y estimar de manera teórica la eficacia de una instalación fotovoltaica para suplir la demanda de consumo.

1. Memoria

1.8.2. Análisis de soluciones.

1.8.2.1 Emplazamiento

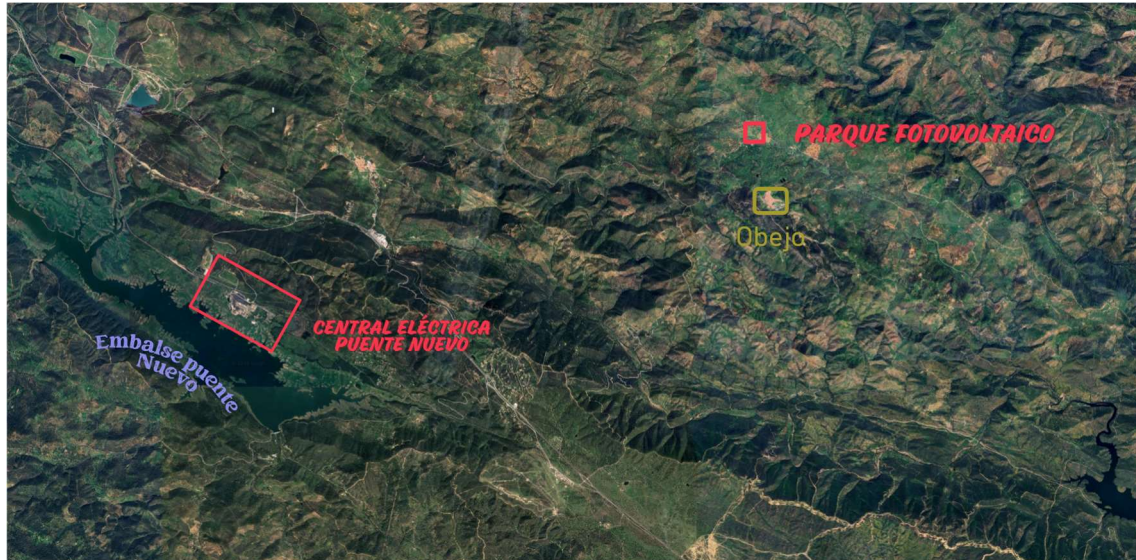


Ilustración 3 Vista aérea de la zona

El terreno escogido para ubicar la planta fotovoltaica se sitúa al Norte de Obejo, en el corazón del Valle del Guadiato, Córdoba. Destaca por su entorno natural, marcado por el río Guadiato y la presa de Puente Nuevo, una infraestructura clave para la región. La antigua central térmica de Puente Nuevo, ahora cerrada, fue durante décadas un motor económico local. Este cierre, sumado al potencial del entorno, ofrece una excelente oportunidad para suplir la demanda eléctrica mediante la instalación en sus alrededores de una central fotovoltaica, aprovechando los recursos solares de la zona y contribuyendo al desarrollo sostenible de la región.

1. Memoria



Ilustración 4 Zona disponible para el Parque Fotovoltaico

DLOTFG2025

1. Memoria

1.8.2.2 Evaluación de selección de sistema de seguimiento.

Para la instalación de sistemas fotovoltaicos se requiere de una estructura para la colocación de las placas fotovoltaicas.

En el mercado existen diferentes configuraciones posibles para la instalación de los paneles fotovoltaicos.

-Configuración fija de las placas:

Se trata de la instalación más básica, las placas se instalan con un ángulo de inclinación y una orientación y estas permanecen fijas.

-Sistema de seguimiento a 1 Eje:

Se establece una programación de rotación y orientación de la placa siguiendo la trayectoria del sol en un eje. Estos son denominados Eje vertical de placa o Eje inclinado, según cual se contemple para su desplazamiento.

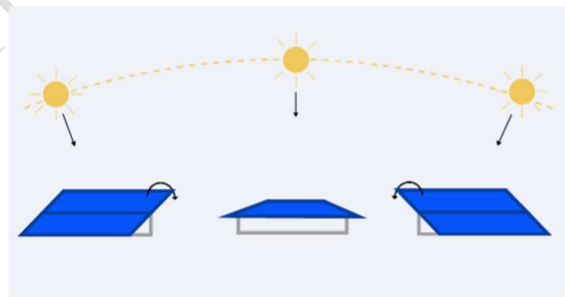


Ilustración 5 Sistema seguimiento 1 Eje

-Sistema de seguimiento a 2 Ejes:

Se establece el seguimiento de la placa respecto al sol en ambos ejes comentados anteriormente, de esta manera se puede realizar un seguimiento completo de la trayectoria del sol.

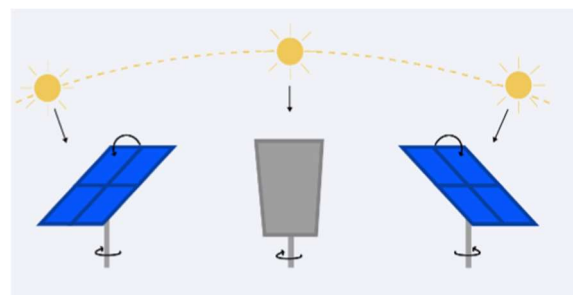


Ilustración 6 Sistema seguimiento 2 Ejes

1. Memoria

Aunque los sistemas de seguimiento aportan una mejora de eficiencia en la captación de Irradiación solar respecto a una instalación Fija de hasta un 38% en el caso de un sistema de seguimiento a 2 Ejes. El análisis realizado estima que la mejora de producción no es rentable si se tienen en cuenta los gastos de implementación y mantenimiento que suponen estos sistemas de seguimiento.

DLOTFG2025

1. Memoria

1.8.2.3. Elección de tecnología para módulos solares

A lo largo de los años se ha explorado diferentes tipos de material utilizado para la elaboración de módulos solares.

Existen diversas tecnologías para módulos solares, cada una con características y aplicaciones específicas debido a ello se han analizado cada una de ellas sus ventajas y desventajas y se ha escogido la más óptima para el proyecto a realizar con los requisitos que se desean.

1.8.2.3.1 Tecnología HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin Layer)

Los módulos solares HIT combinan un núcleo de silicio monocristalino con capas de silicio amorfo, creando una estructura híbrida que maximiza la conversión de luz solar en energía. Esta tecnología logra eficiencias superiores al 22%, gracias a su capacidad para reducir las pérdidas por recombinación electrónica. Además, destacan por su bajo coeficiente de temperatura ($-0.25\%/^{\circ}\text{C}$), lo que los hace ideales para climas cálidos o aplicaciones donde el rendimiento en condiciones extremas es crucial. Sin embargo, su fabricación es más compleja y costosa, lo que limita su adopción a proyectos donde el costo inicial no sea una barrera.

1.8.2.3.2 Tecnología CdTe (Teluro de Cadmio)

Los módulos CdTe son una de las opciones más representativas dentro de las tecnologías de película delgada. Su fabricación es más económica debido al menor uso de materiales y procesos simplificados como la deposición química. Alcanzan eficiencias de hasta el 18%, lo que los hace competitivos en grandes instalaciones donde el espacio no es una limitación. Además, su rendimiento en altas temperaturas es destacado, y son menos sensibles a la degradación inducida por luz (LID). Sin embargo, presentan desafíos en cuanto a la disponibilidad de materiales (el telurio es un recurso escaso) y la eficiencia sigue siendo inferior a la del silicio cristalino.

1. Memoria

1.8.2.3.3 Tecnología CIS (Seleniuro de Indio y Cobre)

Los módulos CIS (y su variante CIGS, que incluye galio) también pertenecen a la categoría de película delgada. Ofrecen eficiencias cercanas al 23% en condiciones ideales, y son conocidos por su flexibilidad y capacidad para integrarse en aplicaciones arquitectónicas como BIPV (Building Integrated Photovoltaics). Su rendimiento en baja luz es superior al de otras tecnologías, lo que los hace atractivos en climas con menor radiación solar directa. Sin embargo, la disponibilidad limitada de indio y los altos costos asociados a la fabricación a gran escala son factores que restringen su adopción masiva.

1.8.2.3.4 Silicio MonoCristalino

La tecnología de silicio cristalino, tanto en su versión monocristalina como policristalina, es la más consolidada y utilizada en el mercado solar, representando más del 95% de la producción mundial. Los módulos monocristalinos son los más eficientes, alcanzando valores entre 20-22%, gracias a su estructura uniforme que minimiza pérdidas energéticas. Además, presentan una gran durabilidad, con una degradación anual baja (~0.5%) y una vida útil superior a los 25 años. Su amplia disponibilidad, madurez tecnológica y reducción progresiva de costos los convierten en la opción más rentable para proyectos de todo tipo, desde instalaciones residenciales hasta grandes plantas solares.

1.8.2.3.5 Elección del Silicio Monocristalino.

Tras analizar las diferentes tecnologías, el silicio monocristalino se posiciona como la mejor elección para proyectos fotovoltaicos que prioricen eficiencia, durabilidad y rentabilidad a largo plazo. Su disponibilidad en el mercado, combinado con su excelente relación costo-rendimiento y confiabilidad probada, lo convierten en la solución más adecuada para garantizar el éxito y sostenibilidad de cualquier instalación solar.

1.8.3. Placas solares

1. Memoria

Como se mencionó anteriormente se ha escogido un módulo con tecnología monocristalina por ser la que mejor se adecua a la finalidad del proyecto.

La potencia pico de este módulo es de 545Wp modelo 72HS550, Es una placa con una alta potencia dentro de su gama lo que nos ayudará a ser más eficientes y optimizar la potencia por superficie de nuestro proyecto. Estos valores de potencia por módulo son frecuentemente utilizados en proyectos de sistemas fotovoltaicos grandes debido a su eficiencia.

El fabricante escogido es Tongwei Solar, con modulo de Silicio Mono-Cristalino, estos tipos de módulos tienen un recorrido comercial muy utilizado desde 2023. El fabricante garantiza 12 Años de producto, con una Garantía de energía de 25 años con un valor de potencia de salida superior al 84,8%.

Estas placas solares de dispondrán en un sistema de plano inclinado fijo, ya que es el óptimo para este tipo de instalaciones y el que nos dará la mejor relación rendimiento/precio. La Inclinación será de 30° con un Azimut corregido a 20°.

La instalación contará de un total de 5035 unidades que nos brindará una potencia nominal total de 2744Wp. Los módulos requerirán de un área útil mínima para su instalación de 13000 m².

Estos módulos tienen un voltaje de funcionamiento de 35V, con un Voltaje dimensional medio por pico de 36,2V a 60°C. Todo esto se podrá ver con más detalle en los anexos del proyecto.

La configuración para estas placas se realizará con un total de 265 cadenas con 19 módulos en serie. Estas 265 cadenas irán divididas en 11 hacia 24 smartBox que luego irán en líneas de 6 hacia 4 inversores, quedando 3x66 cadenas y 1x67 cadenas que irán asociadas a un total de 4 inversores.

1.8.4. Inversores

Se contará con 4 inversores de la marca Sepsa Solar modelos 625mod_ID con una potencia de 625 Kw por inversor. Famosos en el mercado desde hace una década y nos

1. Memoria

proporciona una eficiencia superior al 97,8% por lo que es un producto muy interesante para nuestro proyecto.

El poder Global de los inversores es de 2500 Kwca. Como se puede comprobar, la potencia de funcionamiento máximo de los módulos sería de 2709 Kw. Esto se debe a la regla general para el tratamiento de la conversión de sistemas de potencia. Por lo que la potencia del inversor suele escogerse con una potencia ligeramente inferior a la del sistema generador para que el rendimiento de trabajo sea lo más alto posible o lo que es lo mismo, optimizar la eficiencia del inversor en todo su rango de uso.

1.8.5 Protecciones

1.8.5.1. Cableado

Para la instalación de un parque fotovoltaico con una potencia total de 2512 kWp, es necesario realizar cálculos de cableado para asegurar que los conductores sean adecuados para la corriente generada por los módulos solares y la corriente que se entregará al sistema de distribución eléctrica. Los cálculos a continuación se basan en la potencia, corriente y la temperatura máxima esperada en Obejo (38°C), lo que afectará la capacidad de transporte de corriente de los cables seleccionados.

1.8.5.1.1. Cableado de Corriente Continua (DC)

Los módulos solares generarán una potencia máxima de 2512 kWp, y con un voltaje de funcionamiento de 716 V en condiciones de máxima potencia (U_{mpp}), la corriente máxima (I_{mpp}) será de 3509 A.

Los cables utilizados en la instalación deben ser capaces de manejar esta corriente, teniendo en cuenta que los cables sufrirán una caída de tensión debido a la longitud de los conductores y las condiciones térmicas del entorno (temperatura máxima de 38°C). Se ha elegido un cableado con aislamiento XLPE debido a su alta resistencia térmica, adecuada para esta temperatura ambiente.

1. Memoria

1. Tramo de conexión entre placas

El cable utilizado para conectar los módulos fotovoltaicos estará fijado a la parte posterior de los paneles o a la estructura, y discurrirá al aire libre. Se utilizará un conductor unipolar con aislamiento XLPE, cuya sección será de 6 mm² para manejar las corrientes de hasta 15 A por conductor.

Especificaciones:

- 6 mm² Cu-exZhellent. SOLAR.
- Aislamiento XLPE.
- Tensión máxima: 1,8 kV DC.
- Corriente máxima admitida: 15 A.

2. Tramo de la asociación de placas hasta la caja de corriente continua

El cable de este tramo será enterrado bajo tubo, y su sección será de 6mm². Este conductor debe ser capaz de soportar la corriente máxima de 15 A.

Especificaciones:

- 6 mm² Cu-exZhellent. Compact.
- Aislamiento XLPE.
- Tensión máxima: 1,8 kV DC.
- Corriente máxima admitida: 15 A.

3. Tramo de la caja de corriente continua hasta el inversor

Este cable será también unipolar, enterrado bajo tubo, con una sección de 6 mm² para soportar corrientes de hasta 156 A.

Especificaciones:

- 95 mm² Cu-exZhellent. Compact.
- Aislamiento XLPE.
- Tensión máxima: 1,8 kV DC.
- Corriente máxima admitida: 156A.

1. Memoria

1.8.5.1.2. Cableado de Corriente Alterna (AC)

La corriente alterna que se generará será transportada hacia la caja de protecciones y centros de transformación. Debido a las potencias involucradas y a la necesidad de una adecuada distribución, se utilizarán cables con una mayor sección para evitar caídas de tensión excesivas.

1. Tramo del inversor hasta la caja de protecciones

Este tramo requiere un conductor unipolar con una sección de 300 mm². El conductor será capaz de soportar una corriente de hasta 620 A.

Especificaciones:

- 300 mm² Cu-exZhellent. Compact.
- Aislamiento XLPE.
- Tensión máxima: 0,6/1 kV AC.
- Corriente máxima admitida: 620 A.

2. Tramo de la caja de protecciones hasta el centro de transformación

Este tramo tendrá una mayor sección, de 300 mm², para soportar la mayor corriente de 620 A que puede generarse en condiciones de carga máxima.

Especificaciones:

- 300 mm² Cu-exZhellent. Compact.
- Aislamiento XLPE.
- Tensión máxima: 0,6/1 kV AC.
- Corriente máxima admitida: 620 A.

1.8.5.2. Protecciones Eléctricas

1. Memoria

La protección del sistema fotovoltaico es fundamental para garantizar la seguridad tanto de la instalación como del personal que interactúe con ella. Las protecciones se dividen en dispositivos de corriente continua (DC) y corriente alterna (AC).

1.8.5.2.1. Caja de Corriente Continua (DC)

La protección para la parte de corriente continua estará compuesta por fusibles de 20 A de intensidad nominal, con un poder de corte de 20 kA y una tensión asignada de 1000 V. Estos fusibles permitirán cortar la corriente en caso de sobrecarga o cortocircuito en la sección de corriente continua.

Modelo: WSPV-20 (marca WorldSunlight).

1.8.5.2.2. Protecciones del inversor

Los inversores seleccionados tienen múltiples protecciones internas que cumplen con los requisitos de seguridad establecidos. Estas incluyen protecciones contra sobrecarga, cortocircuito, y sobretensión, garantizando que el inversor se detenga automáticamente en caso de anomalías para evitar daños.

1.8.5.2.3. Caja Alterna de Primer Nivel

En el primer nivel de protección de corriente alterna, se instalará un dispositivo magnetotérmico-diferencial, modelo **DPX3 250 4P 250A 25KA** de la marca **Legrand**, con una capacidad de interrupción de 25 kA, para proteger de sobrecorrientes y asegurar un correcto funcionamiento.

Características:

- Intensidad nominal: 250 A
- Capacidad de corte: 25 kA.

1.8.5.2.4. Caja Alterna de Segundo Nivel

El segundo nivel de protección se realizará con interruptores automáticos, específicamente el modelo **XT5H 600 TMA 500-5000 4p FF InN100%In UL** de **ABB**, con capacidad para soportar 500 A y con una capacidad de interrupción de 65 kA a 420 V.

Características:

1. Memoria

- Intensidad nominal: 500 A
- Capacidad de interrupción: 65 kA a 420 V.

1.8.5.2.5. Protección en la parte de media tensión del transformador

El transformador estará protegido por un fusible de **Bussmann**, modelo **24THMEJ63**, con características de 63 A, 24 kV y capacidad de corte de 50 kA, para proteger el transformador de posibles sobrecargas y cortocircuitos.

Características:

- Intensidad nominal: 63 A
- Tensión nominal: 24 kV
- Capacidad de corte: 50 kA.

DLOTFG2025

1. Memoria

1.8.5.3. Puesta a Tierra

La puesta a tierra es un componente esencial en la seguridad eléctrica de cualquier instalación fotovoltaica, ya que permite derivar las corrientes de fuga y sobretensiones a tierra, protegiendo tanto a las personas como los equipos. En este contexto, la puesta a tierra ayuda a prevenir accidentes y garantizar la correcta operación del sistema fotovoltaico.

1.8.5.3.1. Objetivo y Función

La conexión a tierra tiene como principal objetivo minimizar los riesgos de contacto eléctrico de las partes metálicas del sistema fotovoltaico, como los marcos de los paneles solares, con la tierra. En instalaciones fotovoltaicas, esta conexión se realiza a través de electrodos enterrados en el suelo, sin intervención de dispositivos de protección como fusibles.

Funciones principales de la puesta a tierra:

- Reducción de tensiones peligrosas: Evitar que las partes metálicas alcancen tensiones peligrosas en caso de fallos o fugas de corriente.
- Activación de los sistemas de protección: Garantizar que los sistemas de protección (interruptores, fusibles, etc.) funcionen correctamente en caso de falla.
- Protección contra sobretensiones: Junto con otros dispositivos de protección (como varistores), la puesta a tierra permite derivar las sobretensiones causadas por fenómenos meteorológicos (rayos) a tierra, evitando daños al sistema.
- Seguridad de los usuarios y equipos: Minimiza el riesgo de daños por contacto directo o indirecto en el sistema fotovoltaico.

1.8.5.3.2. Esquema de la Puesta a Tierra

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), se adoptará el esquema de puesta a tierra "TT". En este esquema, las partes metálicas de la instalación y los dispositivos receptores se conectan a una toma de tierra independiente de la utilizada para el neutro de la Red de Distribución Pública.

Los principales elementos de la puesta a tierra en esta instalación son los siguientes:

1. Memoria

Conductores de protección (1): Estos conductores unen las masas (partes metálicas de los equipos) con el borne principal de tierra (B).

Conductores de equipotencialidad (2 y 4): Conectan elementos conductores no electrificados, como las canalizaciones de agua o las estructuras de soporte de los paneles solares, a las masas (como el marco metálico de los paneles solares).

Borne principal de tierra (B): Es el punto de conexión donde se realiza la unión de todos los conductores de protección y de equipotencialidad.

Toma de tierra (T): Es el punto de contacto con el terreno donde se descargan las corrientes de fuga y las sobretensiones. En este caso, se utilizarán electrodos de cobre enterrados en el suelo.

1.8.5.3.3. Sección de los Conductores

La sección de los conductores de puesta a tierra se selecciona en función de la función que cumplen (protección, equipotencialidad o enlace a tierra), del material del conductor (cobre o aluminio) y de la sección de los conductores activos del sistema.

De acuerdo con la normativa ITC-BT-18 del REBT, se aplican las siguientes recomendaciones para la sección de los conductores de protección y tierra:

Sección del conductor (mm ²)	Sección del conductor de protección (mm ²)
6	6
25	16
95	50
300	150

TABLA 2: SECCIONES DE CONDUCTORES

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor, con un mínimo de 6 mm². No obstante, si el conductor es de cobre, se puede reducir a 2,5 mm².

Para este proyecto, los conductores de protección para los módulos solares y equipos asociados se dimensionarán utilizando estos valores, de manera que se garantice la seguridad sin comprometer la eficiencia del sistema.

1. Memoria

1.8.5.3.4. Puesta a Tierra de los Módulos Fotovoltaicos

Dado que los módulos fotovoltaicos pueden cargarse electrostáticamente durante su funcionamiento, es esencial asegurar que sus marcos metálicos estén correctamente conectados a tierra. Esto se realiza a través de un conductor de protección que conecta el marco metálico del módulo fotovoltaico a la toma de tierra del sistema. Los paneles solares suelen tener un orificio específico en el marco metálico para la conexión a tierra, que debe ser utilizado para facilitar esta conexión.

Recomendaciones para la puesta a tierra de los módulos solares:

- **Conexión a tierra a través de bornes:** Utilizar bornes específicos para asegurar la conexión eléctrica entre el marco metálico del módulo y el conductor de tierra.
- **Evitar la conexión directa al marco:** Para permitir el mantenimiento sin interrumpir la puesta a tierra del sistema, es recomendable usar un terminal auxiliar para conectar el conductor de protección a tierra.
- **Conexión del conductor de protección a los soportes:** Los puntos de conexión a tierra en los módulos solares deben estar enlazados al conductor de tierra de la instalación general, que a su vez se conecta al electrodo principal de tierra.

1.8.5.3.5. Puesta a Tierra del Sistema de Corriente Continua (DC)

El sistema fotovoltaico debe tener un único punto de conexión a tierra en los conductores activos de corriente continua (DC). Esta es una medida esencial para evitar que circule corriente por los conductores de protección, lo que podría interferir en el funcionamiento de los inversores y sistemas de protección.

Recomendaciones para la puesta a tierra del sistema DC:

- **Puesta a tierra del conductor activo:** El conductor activo de la corriente continua debe conectarse a tierra en un único punto, denominado "tierra del sistema".
- **Unión de todas las tierras:** Se debe unir eléctricamente el conductor de tierra del sistema DC con el conductor de protección de la instalación general para asegurar la continuidad de la puesta a tierra.

1. Memoria

1.8.5.3.6. Cálculo de la Resistencia de los Electroodos

Para garantizar una correcta puesta a tierra, es necesario calcular la resistencia de la toma de tierra, que debe ser lo suficientemente baja para evitar tensiones peligrosas en las partes metálicas del sistema. La resistencia de la toma de tierra depende de varios factores, como la resistividad del terreno, la forma y dimensiones del electrodo.

La resistividad del terreno en la zona del proyecto fotovoltaico es de $500 \Omega\text{m}$, lo que indica un terreno poco fértil. De acuerdo con la ITC-BT-18, la resistencia de la toma de tierra debe ser inferior a 80Ω en condiciones normales, y en este proyecto se ha establecido como valor objetivo una resistencia inferior a 20Ω , para proporcionar un margen de seguridad.

1.8.5.3.7 Solución final para los electrodos:

Se utilizarán dos picas de 2 metros de longitud, separadas por al menos 4 metros entre ellas.

Además, se instalará un conductor enterrado horizontal de 35 mm^2 con 1050 metros de longitud, enterrado a 80 cm de profundidad.

Con estos elementos, se garantiza que la corriente de fuga será derivada de manera eficiente a la tierra, evitando que cause daños al sistema o a las personas.

1. Memoria

1.9. Conclusiones del Proyecto

El presente proyecto ha permitido analizar de forma exhaustiva la viabilidad técnica, económica y medioambiental de una instalación fotovoltaica en el municipio de Obejo, dentro del Valle del Guadiato (Córdoba), como respuesta sostenible al cierre de la central térmica de Puente Nuevo.

A través de un enfoque integral, el proyecto ha demostrado la viabilidad técnica, económica, normativa y ambiental de una instalación fotovoltaica de 2,74 MWp

1.9.1. Viabilidad técnica comprobada:

Se ha realizado un diseño detallado de la planta basado en módulos fotovoltaicos monocristalinos de alta eficiencia (545 Wp), conectados a inversores centralizados de 625 kW. La configuración seleccionada garantiza una elevada productividad energética adaptada al perfil de consumo local, respaldada por simulaciones y estudios de orientación, sombreado y distribución de potencia.

1.9.2. Adecuación a la demanda local:

La potencia instalada permite no solo cubrir el consumo actual del municipio de Obejo, estimado en unos 2,5 MW de potencia y 2.440 MWh/año de energía, sino también prever una capacidad adicional de generación para futuras expansiones de consumo o abastecimiento a núcleos próximos.

1.9.3. Sostenibilidad y compromiso ambiental:

El proyecto surge como una alternativa directa al cierre de la antigua central térmica de Puente Nuevo, contribuyendo activamente a la transición energética de la zona y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, se ha tenido en cuenta el impacto ambiental en el diseño, utilizando un sistema fijo para minimizar la intervención sobre el terreno y maximizando la eficiencia por superficie ocupada.

1.9.4. Justificación económica sólida:

Con un presupuesto total estimado en aproximadamente 2,97 millones de euros (IVA incluido), la inversión se muestra coherente con los costes actuales del sector. El diseño busca optimizar el rendimiento económico mediante una correcta selección de componentes y una configuración que maximiza la producción frente al coste.

1. Memoria

1.9.5. Cumplimiento normativo y seguridad garantizada:

El diseño cumple con toda la normativa aplicable (REBT, RAT, CTE, RD de autoconsumo, Ley de Evaluación Ambiental, etc.), incluyendo también las exigencias recogidas en la norma UNE 157001:2014 para proyectos técnicos. El documento incluye planos, cálculos justificativos, presupuesto, pliego de condiciones, estudio de seguridad, gestión de residuos y evaluación ambiental resumida.

1.9.6. Evaluación y selección de alternativas

Se analizaron diferentes opciones tecnológicas, como estructuras con seguimiento solar o módulos bifaciales, concluyendo que una instalación fija con tecnología de silicio monocristalino optimiza el binomio eficiencia-inversión-mantenimiento para este contexto específico. Esta elección se sustenta en criterios técnicos, económicos y de viabilidad a largo plazo.

1.9.7. Cobertura de demanda presente y futura

La planta ha sido dimensionada no solo para cubrir el consumo actual de Obejo (estimado en 2.440 MWh/año), sino también con un margen de sobredimensionamiento que permite absorber crecimientos de demanda o integrarse a una microrred regional. Esta planificación refuerza la autonomía energética local con fuentes limpias.

1.9.8. Aplicación práctica y replicabilidad:

El planteamiento del proyecto permite no solo su aplicación directa en Obejo, sino que puede ser replicado en otros municipios con características similares, sirviendo como modelo para el desarrollo de comunidades energéticamente autosuficientes en entornos rurales.

2. Anexos

DLOTFG225

2. Anexos

2.1. Cálculos justificativos

En esta parte del documento se justificará el diseño del parque fotovoltaico junto a todo cálculo, estudio que se haya realizado.

2.1.1. Cálculos de los Paneles Solares y cadena de paneles.

Para este apartado se deberá primero de retomar el punto de la estimación de potencia necesaria para nuestro proyecto.

Tras los 3 análisis de previsión de cargas en el municipio y un estudio detallado del consumo pico del municipio. Se ha concluido que la potencia según los estudios es de:2.5MW.

Los análisis de consumo anuales se establecen en 2440 Mwh/año

En nuestro caso, como queremos suplir la necesidad del municipio y tener un sobredimensionamiento para futuros municipios y demandas se estima la potencia de la planta en 2,744MW.

De este modo y junto con la elección de los paneles solares Tongwei Solar de 545Wp, podemos calcular el número de placas solares necesarias.

$$\text{Paneles solares} = \frac{2744000}{545} = 5035 \text{ paneles}$$

Se resumirán a continuación las especificaciones de las placas solares:

2. Anexos

Azimut	20°
Inclinación	30°
Potencia nominal Estándar	545 Wp
Eficiencia de los módulos	22%
Tensión nominal	41 V
Intensidad nominal	13 A
Tensión en circuito Abierto	49.71 V
Intensidad de Cortocircuito	13.8 A

Tabla 3: Especificación placa solares

2.1.1.1 Parámetros Generales de simulación

General parameters			
Grid-Connected System		Sheds, single array	
PV Field Orientation		Sheds configuration	
Orientation		Nb. of sheds	20 units
Fixed plane		Single array	
Tilt/Azimuth	30 / 20 °	Sizes	
		Sheds spacing	7.00 m
		Collector width	4.57 m
		Ground Cov. Ratio (GCR)	65.2 %
		Top inactive band	0.10 m
		Bottom inactive band	0.10 m
		Shading limit angle	
		Limit profile angle	38.3 °
Horizon		Near Shadings	
Average Height	90.0 °	Detailed electrical calculation acc. to module layout	
		Models used	
		Transposition	Perez
		Diffuse	Perez, Meteonorm
		Circumsolar	separate
		User's needs	
		Unlimited load (grid)	

Ilustración 7 Parámetros generales de simulación

2. Anexos

PV Array Characteristics			
PV module		Inverter	
Manufacturer	Tongwei Solar	Manufacturer	Sepso
Model	TWMPD-72HS545	Model	Sepso Solar 625 mod-ID
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	545 Wp	Unit Nom. Power	625 kWac
Number of PV modules	5035 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	2744 kWp	Total power	2500 kWac
Modules	265 Strings x 19 In series	Operating voltage	600-950 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.10
Pmpp	2512 kWp		
U mpp	716 V		
I mpp	3509 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	2744 kWp	Total power	2500 kWac
Total	5035 modules	Number of inverters	4 units
Module area	13007 m ²	Pnom ratio	1.10
Cell area	12007 m ²		

Ilustración 8 Características de los módulos

Array losses								
Thermal Loss factor		DC wiring losses		Module Quality Loss				
Module temperature according to irradiance		Global array res.	3.4 mΩ	Loss Fraction	-0.2 %			
Uc (const)	20.0 W/m ² K	Loss Fraction	1.5 % at STC					
Uv (wind)	0.0 W/m ² K/m/s							
Module mismatch losses		Strings Mismatch loss						
Loss Fraction	2.0 % at MPP	Loss Fraction	0.2 %					
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): User defined profile								
0°	25°	45°	60°	65°	70°	75°	80°	90°
1.000	1.000	0.995	0.962	0.936	0.903	0.851	0.735	0.000

Ilustración 9 Pérdidas del sistema

2.1.2. Inversores

Tras el cálculo de la potencia generada por el conjunto de módulos solares. Con un total de 2744 kWp y con los parámetros de Potencia media bajo operación de 50°C. Se obtiene un valor de 2512kWp.

El diseño para los inversores se realizará con 4 unidades de 625Kw, lo que supondrá una eficiencia óptima para nuestra planta fotovoltaica.

El conexionado se realizará a 10 tomas, con 6 cadenas de módulos en paralelo por cada Inversor, teniendo en cuenta los 19 módulos solares de cada serie para tener una tensión aproximada de 716V.

2. Anexos

Al estar operando los módulos con esta tensión, el inversor tendrá una eficiencia óptima entre los 600-950V de su especificación técnica de funcionamiento.

Cada inversor se localizará en el centro de “islas” de placas solares. Dejando así, una distribución homogénea y 4 zonas independientes para la gestión de la planta fotovoltaica.

2.1.3. Cableado

2.1.3.1. Cálculos para el cableado de corriente continua (DC)

En un sistema fotovoltaico, los módulos solares generan energía en corriente continua (DC) que debe ser transportada desde los paneles hasta los inversores y posteriormente convertida a corriente alterna (AC). La selección del cable es crítica, ya que debe soportar la corriente generada, las caídas de tensión y las temperaturas ambientales.

Datos de partida:

- **Potencia pico de los módulos:** 2512 kWp.
- **Voltaje en condiciones de máxima potencia (Umpp):** 716 V.
- **Corriente en condiciones de máxima potencia (Impp):** 3509 A.
- **Temperatura máxima esperada en Obejo:** 38°C.

Cálculos para los cables de conexión entre los módulos (DC):

Sabemos que la potencia de salida de los módulos se distribuye de la siguiente forma:

$$P=V \times I \Rightarrow I=VP$$

2. Anexos

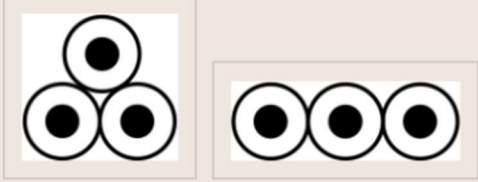

Sección nominal mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Tabla 4: Intensidad máxima según aislamiento y topología del cable.

2.1.3.2. Cálculo de la Sección de los Conductores

El cálculo de la sección de los conductores de protección y tierra es un paso esencial para garantizar la seguridad del sistema. Se debe considerar la función del conductor, el material (cobre o aluminio), y la sección de los conductores activos que protegen.

Normativa a seguir: Según la **tabla 2** del **ITC-BT-18**, la sección mínima de los conductores de protección y de tierra dependerá de la sección del conductor de fase.

Sección del conductor (mm ²)	Sección del conductor de protección (mm ²)
6	6
25	16
95	50
300	150

Tabla 5: sección de conductores (2)

Cálculo de la sección para esta instalación: Dado que el sistema fotovoltaico tiene módulos de **2512 kWp** con una corriente máxima de **3509 A (I_{mpp})**, se determinará la

2. Anexos

sección mínima de los conductores de protección y tierra para garantizar la seguridad y el cumplimiento de la normativa.

Se utilizará la siguiente fórmula para determinar la sección de los conductores de protección:

$$S_{Protección} = \left(\frac{S_{fase}}{2} \right)$$

Donde S_{fase} es la sección del conductor activo del circuito.

2.1.4. Cálculos de puesta a Tierra

La puesta a tierra en una instalación fotovoltaica es un sistema esencial de seguridad eléctrica, cuyo objetivo principal es prevenir riesgos asociados a las descargas eléctricas por contacto directo e indirecto. Este sistema asegura que cualquier corriente de fuga derivada de fallos o sobretensiones sea desviada al terreno, evitando daños tanto a los equipos eléctricos como a las personas.

2.1.4.1. Definición y Objetivos

La puesta a tierra, también conocida como conexión a tierra, consiste en la conexión de una parte del sistema eléctrico con el suelo mediante electrodos. Esta conexión se realiza para proteger a las personas y los equipos de posibles accidentes eléctricos. Los objetivos son:

1. **Reducción de tensiones peligrosas:** Asegurar que las partes metálicas no alcancen tensiones peligrosas en caso de fallos o corrientes de fuga.
2. **Garantizar el funcionamiento de sistemas de protección:** Activar los sistemas de protección ante fallos eléctricos.
3. **Desviación de sobretensiones:** Minimizar los efectos de las sobretensiones transitorias causadas por fenómenos meteorológicos (como rayos) mediante la derivación a tierra.
4. **Seguridad general:** Asegurar que el sistema fotovoltaico y los usuarios estén protegidos en todo momento.

2.1.4.2. Esquema de la Puesta a Tierra

El sistema de puesta a tierra a utilizar en esta instalación es el "**esquema TT**", tal como se establece en la **Instrucción ITC-BT-40** del Reglamento Electrotécnico de Baja

2. Anexos

Tensión (REBT). En este sistema, las partes metálicas de la instalación fotovoltaica se conectan a una toma de tierra independiente de la utilizada para el neutro de la Red de Distribución Pública.

Elementos principales del esquema de puesta a tierra:

1. **Conductores de protección (1):** Conectan las partes metálicas del sistema (marcos de los módulos solares, estructuras de soporte) al **borne principal de tierra (B)**.
2. **Conductores de equipotencialidad (2 y 4):** Unen elementos no electrificados (como las canalizaciones de agua o las estructuras soporte) a las masas (por ejemplo, el marco metálico de los módulos solares).
3. **Borne principal de tierra (B):** Punto de conexión central de todos los conductores de protección y de equipotencialidad.
4. **Toma de tierra (T):** Conjunto de electrodos enterrados en el suelo, a través de los cuales se desvía la corriente de fuga y las sobretensiones.

2.1.4.3. Puesta a Tierra de los Módulos Fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos, al ser dispositivos de corriente continua (DC), tienen un riesgo de carga electrostática que puede generar descargas peligrosas. Para evitar esto, es esencial conectar a tierra los marcos metálicos de los módulos solares.

Elementos clave para la puesta a tierra de los módulos:

1. **Conexión a tierra mediante bornes:** Se instalarán bornes específicos en el marco de cada módulo para asegurar la conexión a tierra.
2. **Terminal auxiliar:** Se recomienda usar un terminal auxiliar para conectar los módulos a tierra. Esto permitirá desconectar los módulos sin interrumpir la conexión a tierra del resto del sistema.
3. **Puesta a tierra de los soportes:** Los soportes de los módulos solares también se conectarán a tierra mediante conductores de protección.

Cálculo de la puesta a tierra para los módulos:

$$I_{fuga} = I_{total} \times \left(\frac{S_{modulo}}{S_{total}} \right)$$

Donde:

I_{total} : es la corriente máxima de los módulos.

2. Anexos

S_{modulo} : es la sección individual de cada módulo.

S_{total} : es la sección total de la instalación.

2.1.4.4. Puesta a Tierra del Sistema de Corriente Continua

Es crucial conectar a tierra el sistema de corriente continua (DC) en un único punto, conocido como **tierra del sistema**, para evitar la circulación de corriente por los conductores de protección.

Recomendaciones:

1. **Un único punto de conexión a tierra:** El sistema DC debe tener un único punto de conexión a tierra.
2. **Unión de todas las tierras:** Todos los sistemas de tierra del equipo deben conectarse entre sí para garantizar un funcionamiento correcto.

2.1.4.5. Cálculo de la Resistencia de los Electrodo de Tierra

La resistencia de los electrodos de tierra debe ser lo suficientemente baja como para permitir que las corrientes de fuga se desvíen a tierra de forma eficiente. Según la **ITC-BT-18**, la resistencia de la toma de tierra debe ser inferior a **80 Ω** , y el objetivo de este proyecto es alcanzar una resistencia de **menos de 20 Ω** .

Fórmula para calcular la resistencia de la toma de tierra:

$$R_{\text{toma}} = \frac{\rho \times L}{A}$$

Donde:

- R_{toma} es la resistencia de la toma de tierra.
- ρ es la resistividad del terreno (500 $\Omega \cdot \text{m}$ en este caso).
- L es la longitud del electrodo (en metros).
- A es el área de la sección transversal del electrodo (en metros cuadrados).
-

Datos:

- **Resistividad del terreno (ρ):** 500 $\Omega \cdot \text{m}$.
- **Longitud del electrodo (L):** 2 metros (para pica) y 1050 metros (para conductor enterrado).
- **Área de la sección transversal (A):** 35 mm² (sección del conductor).

2. Anexos

• Cálculo de la resistencia de los electrodos:

1. **Picas de tierra:** Suponiendo que se utilizan dos picas de 2 metros de longitud cada una, se calculan los valores de resistencia utilizando la fórmula proporcionada.
2. **Conductor horizontal:** Un conductor de 1050 metros de longitud, enterrado a 80 cm de profundidad, con una sección de 35 mm², se utilizará para aumentar la eficiencia de la toma de tierra.

2.1.5. Definición y cálculo del horizonte y sombras

El horizonte es la línea imaginaria que delimita el campo de visión de la instalación respecto a su entorno. Esto se puede determinar mediante:

-Mediciones in situ: Mediante el uso de brújula, herramientas como inclinómetros o drones de captura del perfil de horizonte.

-Software de modelado: Con herramientas como PVsyst que permiten generar un modelo del terreno y calcular el horizonte solar.

-Mapas topográficos y datos LIDAR. Se pueden usar para determinar elevaciones y obstáculos naturales.

En nuestro caso hemos usado una combinación de PVsyst junto con datos topográficos de la zona.

2.1.6. Simulaciones de Incidencia solar y Distribución de potencia

2.1.6.1 Incidencia solar

De esta forma hemos podido llegar a determinar con la situación del terreno y un modelado en PVsyst como quedaría nuestro horizonte solar y nuestro plano de sombras.

2. Anexos

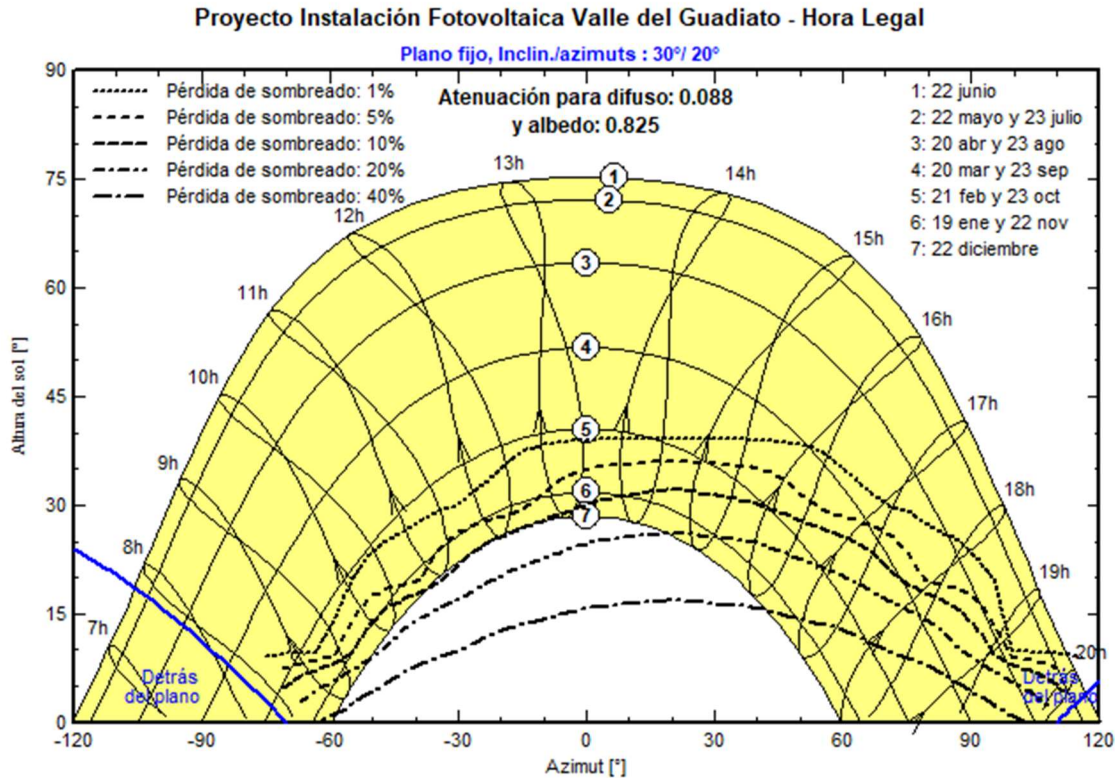


Ilustración 10 Plano del horizonte solar

2.2. Estudio básico Seguridad y salud

Este estudio tiene como objetivo establecer las medidas necesarias para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores durante la ejecución del proyecto fotovoltaico en Obejo, Córdoba. Abarca la identificación de riesgos laborales, las medidas preventivas y de protección, así como la planificación de emergencias.

2.2.1 Identificación de riesgos:

- Caídas desde altura durante montaje de estructuras y paneles.

2. Anexos

- Contacto eléctrico directo o indirecto.
- Riesgos mecánicos por uso de maquinaria pesada.
- Cortes, golpes y atrapamientos durante el montaje eléctrico.
- Fatiga térmica por exposición prolongada al sol.

2.2.2. *Medidas preventivas:*

- Formación inicial obligatoria en PRL específica del puesto.
- Uso obligatorio de EPI adecuados (casco, arnés, guantes, gafas, calzado de seguridad).
- Señalización visible de zonas peligrosas.
- Delimitación física de zonas de trabajo y tránsito.- Prohibición de trabajar sin medidas colectivas en zonas elevadas.

2.2.3. *Protección colectiva:*

- Barandillas temporales y redes anticaídas en zonas elevadas.
- Uso de plataformas elevadoras y andamios certificados.
- Protección eléctrica mediante diferenciales y seccionadores.

2.2.4. *Equipos de protección individual (EPI):*

- Casco homologado con barboquejo.- Arnés de seguridad con doble cabo y absorbedor.- Chaleco reflectante de alta visibilidad.- Ropa ligera y transpirable, con protección solar.
5. Plan de emergencias:- Identificación de puntos de reunión y salidas de emergencia.- Dotación de botiquines y extintores por zonas.- Coordinación con los servicios de emergencia locales.

2. Anexos

2.3. Estudio de Gestión de Residuos

Durante la ejecución del proyecto se generarán residuos tanto peligrosos como no peligrosos. Se establece el siguiente plan de gestión para garantizar la correcta clasificación, almacenamiento y tratamiento final.

2.3.1. Clasificación de residuos:

- Residuos no peligrosos: embalajes, madera, restos de tierras, cables plásticos.
- Residuos peligrosos: aceites usados, absorbentes contaminados, materiales eléctricos defectuosos.

2.3.2. Gestión y almacenamiento:

- Contenedores separados y etiquetados en zona específica de acopio.
- Almacenamiento temporal cubierto para residuos peligrosos.
- Retirada por gestor autorizado inscrito en el Registro de la Junta de Andalucía.

2.3.3. Estimación de residuos generados:

Tipo de residuo	Clasificación	Estimación (kg)
Embalajes (plástico/cartón)	No peligroso	5.000
Retales de cableado	No peligroso	2.000
Tierra sobrante	No peligroso	30.000
Madera (palets)	No peligroso	3.000
Aceites usados	Peligroso	<100

TABLA 6 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS

2. Anexos

2.4. Evaluación Ambiental Resumida

El proyecto tendrá un impacto ambiental reducido y gestionable. Se contemplan medidas preventivas y correctoras.

2.4.1. Medio físico:

- Alteración superficial del terreno.
- Emisiones de polvo y ruido en fase de obra.

2.4.2. Medio biológico:

- Sin afección a espacios protegidos.
- No se detectan especies sensibles en la zona.

2.4.3. Medio socioeconómico:

- Generación de empleo local.
- Aumento de sostenibilidad energética en la comarca.

2.4.4. Medidas preventivas:

- Control de polvo mediante riego.
- Reforestación perimetral con especies autóctonas.
- Señalización y limitación de acceso a fauna durante obras.

2. Anexos

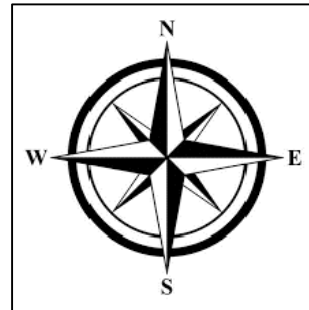
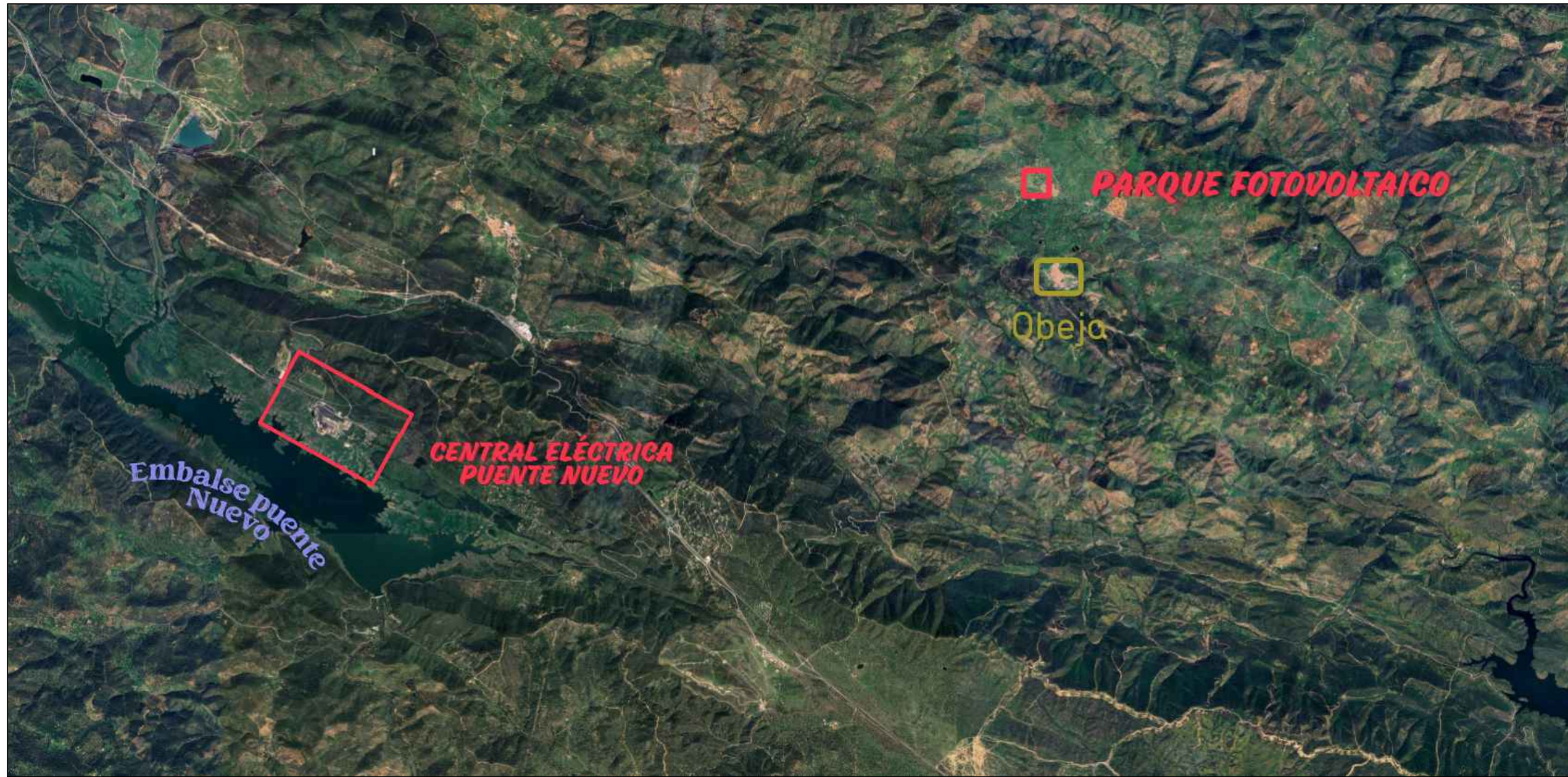
DLOTFG2025

3. Planos

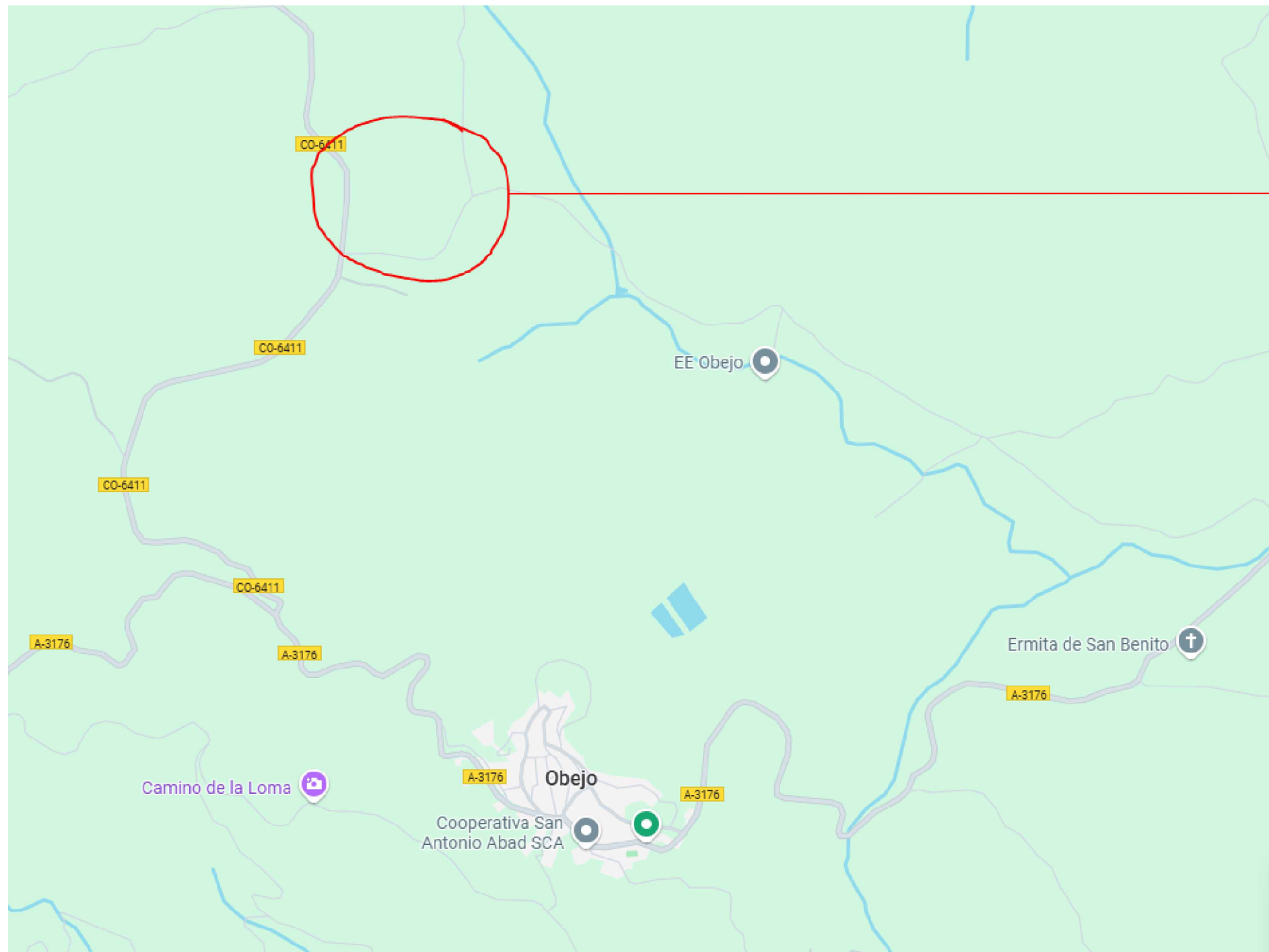
DLOTFG2025

INDICE DE PLANOS

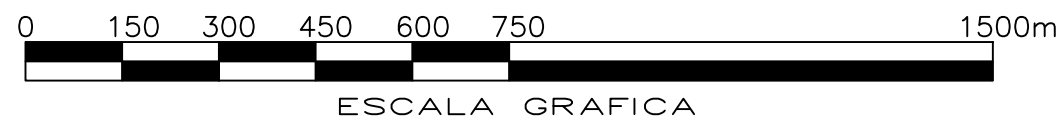
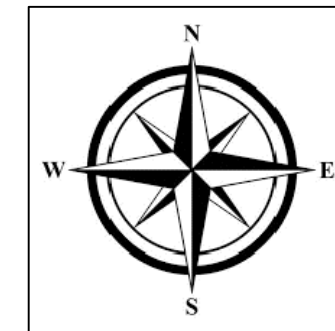
1.Plano de situación general	58
2.Plano de situación específico	59
3.Plano de Emplazamiento	60
4.Plano trazado de conductores.	61
5.Plano del Centro de transformación.	62
6.Esquema Unifilar	63
7.Esquema Unifilar Centro de transformación	64



 UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIALES	
	Proyecto: ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN EL VALLE DEL GUADIATO	
DANIEL LÓPEZ ORTIZ		
Escala: 1/80000	TITULO: PLANO DE SITUACIÓN COMPLETO	NUMERO: 1
		Fecha: 15/01/2025
		Curso: 2024/2025



Coordenadas UTM
 (38.14575403184868, -4.804809105887369)



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIALES

Proyecto: ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN EL VALLE DEL GUADIATO

DANIEL LÓPEZ ORTIZ

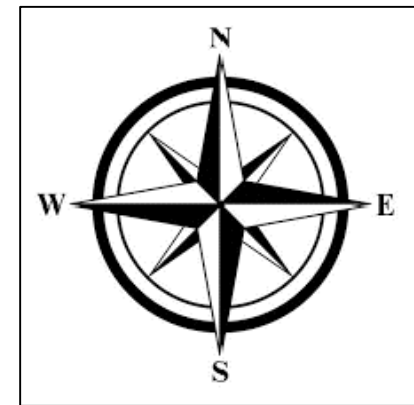
Escala: 1/13000

TITULO:
 PLANO DE SITUACIÓN REDUCIDO

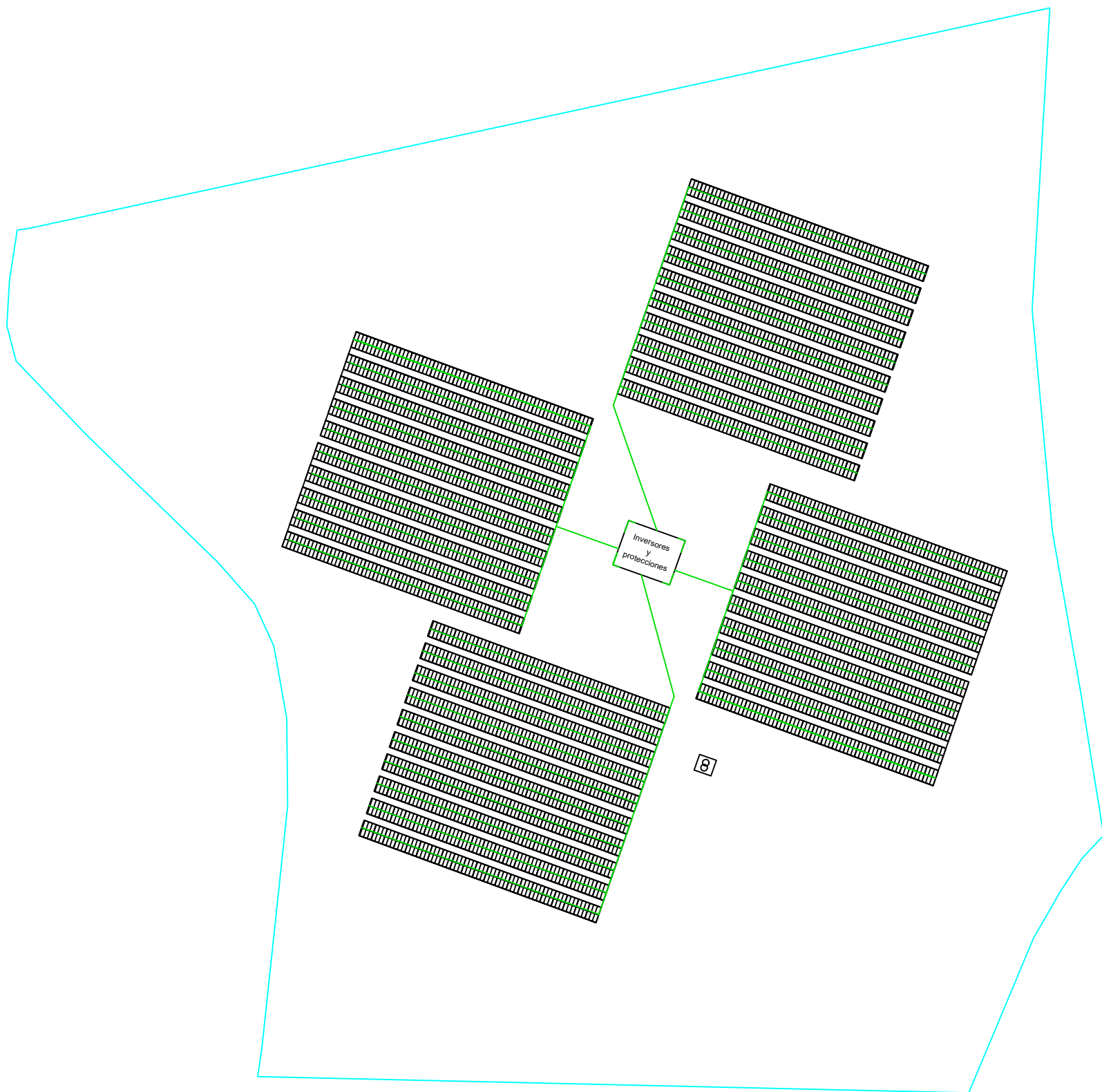
NUMERO: 2

Fecha: 15/01/2025

Curso: 2024/2025

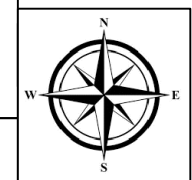


 UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIALES	
	Proyecto: ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN EL VALLE DEL GUADIATO	
DANIEL LÓPEZ ORTIZ		
Escala: 1/500	TITULO: TRAZADO DE EMPLAZAMIENTO	NUMERO: 3
		Fecha: 15/01/2025
		Curso: 2024/2025

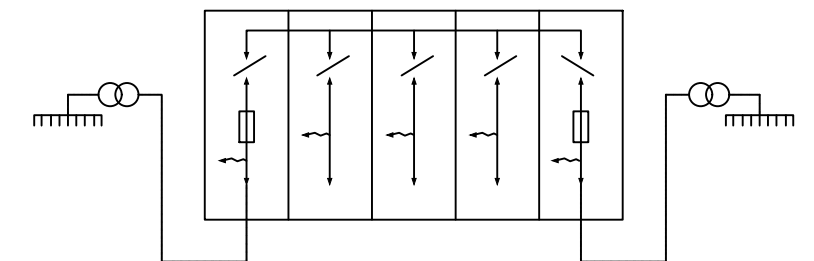
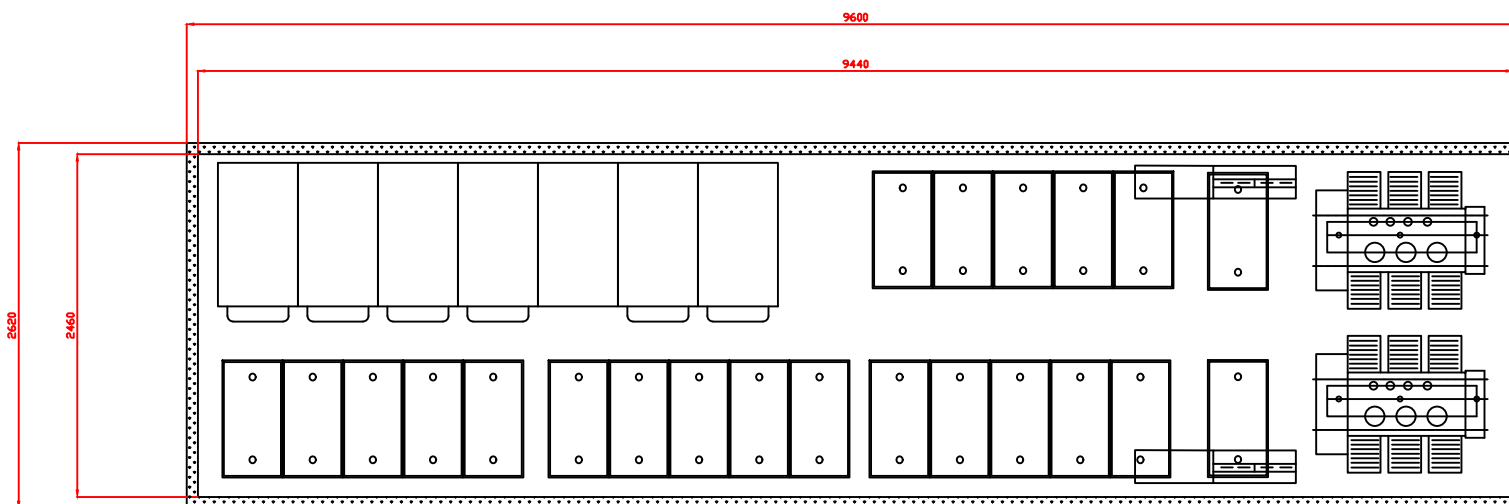
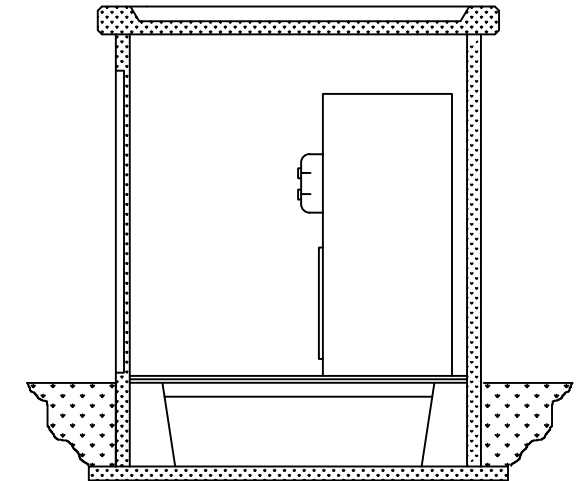
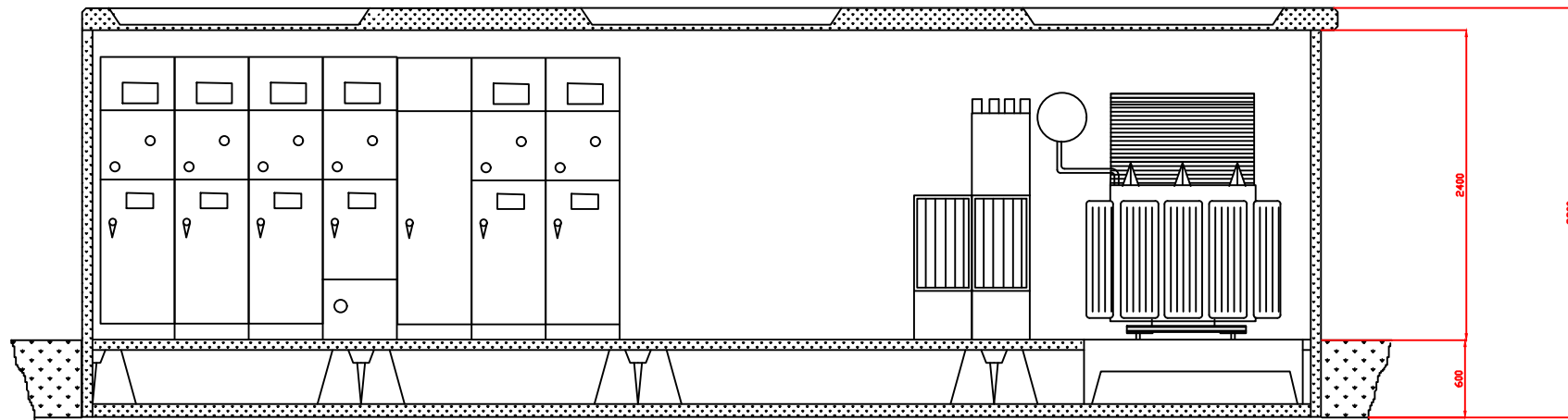


Leyenda

	Conductor
	Parcela
	Conductor
	Caseta de inversores y protecciones
	Transformador



	UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIALES
<i>Proyecto:</i> ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN EL VALLE DEL GUADIATO		
DANIEL LÓPEZ ORTIZ		
<i>Escala:</i> 1/200	TITULO: TRAZADO DE CONDUCTORES	NUMERO: 4
		<i>Fecha:</i> 15/01/2025
		<i>Curso:</i> 2024/2025



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIALES

Proyecto: ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN EL VALLE DEL GUADIATO

DANIEL LÓPEZ ORTIZ

Escala: TITULO:

NUMERO: 5













1/55

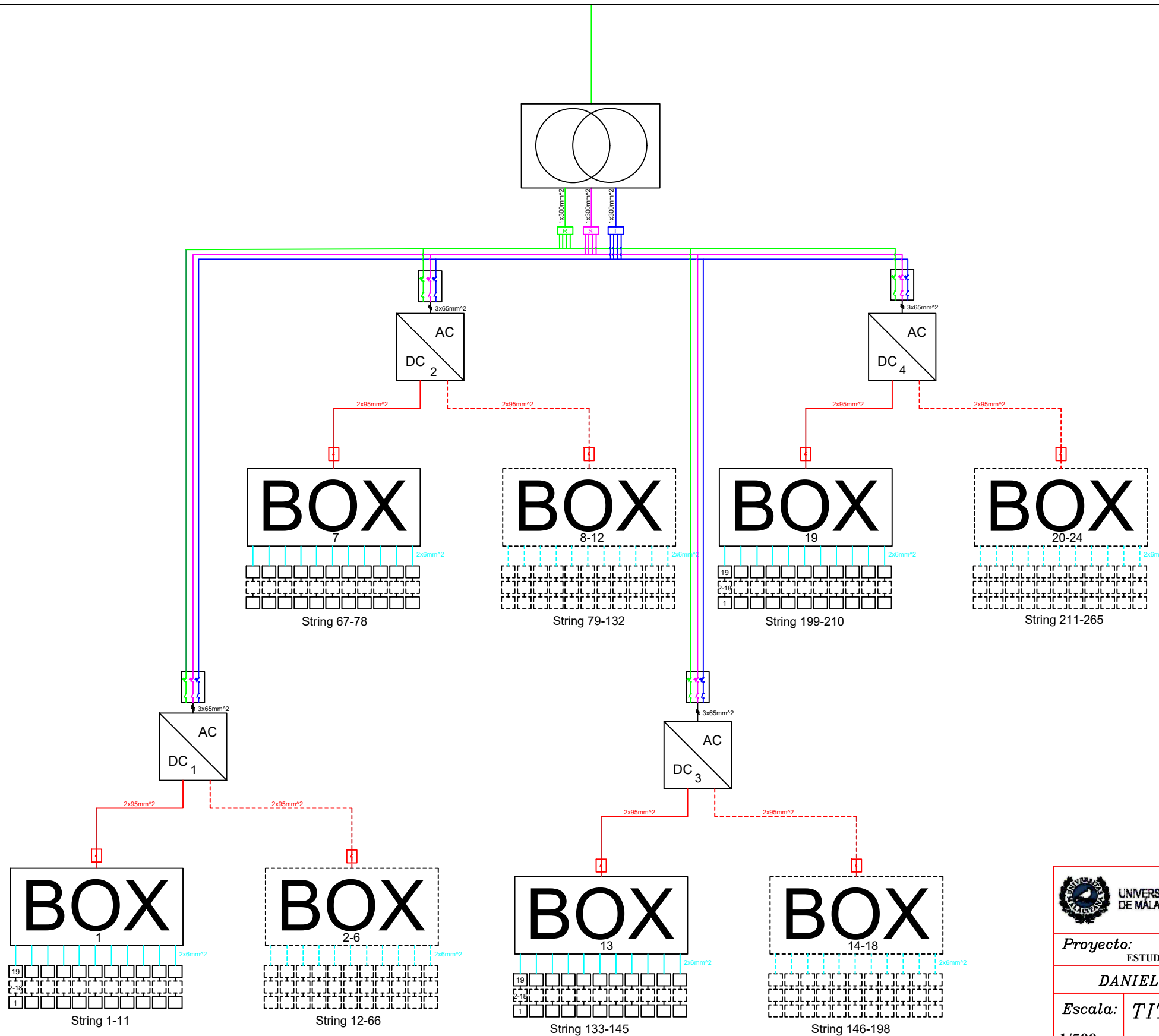
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Fecha: 15/01/2025

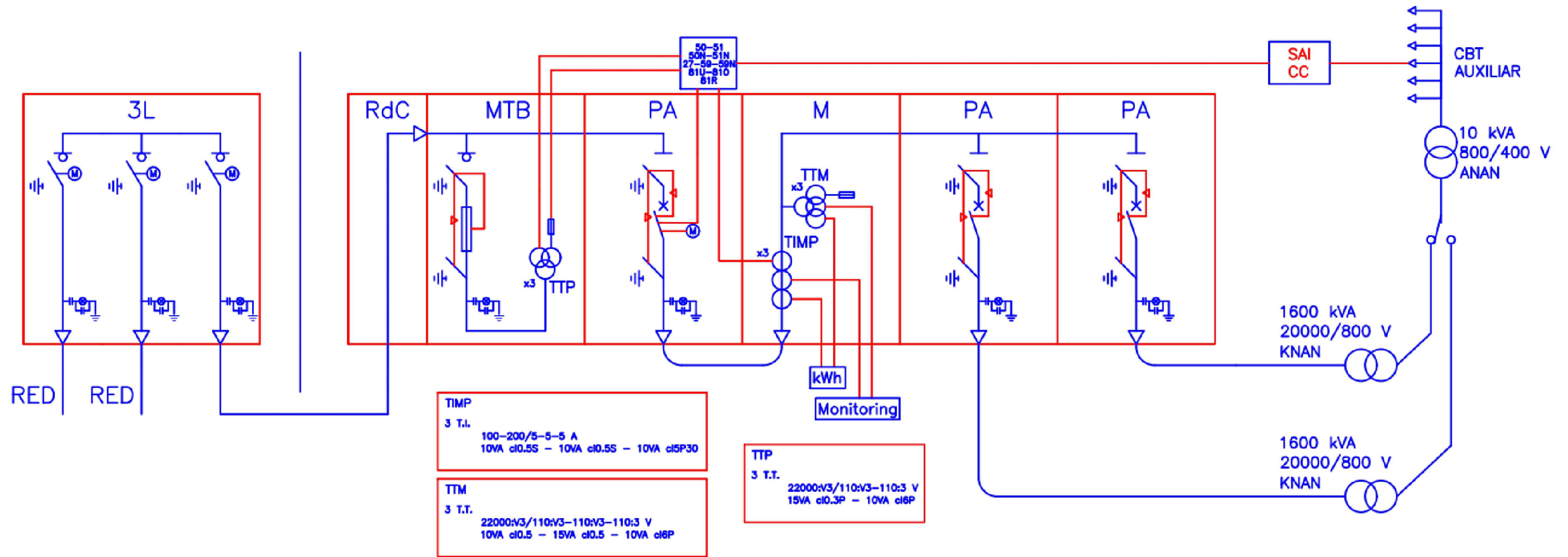
Curso: 2024/2025

Leyenda

-  Modulo Fotovoltaico 545Wp
-  Smart BOX
-  Inversor 625Kw
-  Transformador
-  Cableado fase R trifásica
-  Cableado fase S trifásica
-  Cableado fase T trifásica
-  Cableado a Inversor
-  Cableado placas FV
-  Protecciones Alta tensión
-  Protecciones Baja tensión Box
-  Fusibles Cadena FV



	UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIALES
Proyecto: ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN EL VALLE DEL GUADIATO		
DANIEL LÓPEZ ORTIZ		
Escala: 1/500	TITULO: ESQUEMA UNIFILAR	NUMERO: 6
		Fecha: 15/01/2025
		Curso: 2024/2025



TMP
3 T.L.
100-200/5-5-5 A
10VA cl0.5S - 10VA cl0.5S - 10VA cl5P30

TTM
3 T.T.
22000v3/110v3-110v3-110:3 V
10VA cl0.5 - 15VA cl0.5 - 10VA cl6P

TTP
3 T.T.
22000v3/110v3-110:3 V
15VA cl0.3P - 10VA cl6P

 UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIALES	
	Proyecto: ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN EL VALLE DEL GUADIATO	
DANIEL LÓPEZ ORTIZ		
Escala:	TITULO: ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	NUMERO: 7
		Fecha: 15/01/2025
		Curso: 2024/2025

4. Pliego de condiciones

DLOTEFC0025

4. Pliego de condiciones

INDICE DE PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. OBJETO	67
4.2. DOCUMENTOS DEL PROYECTO	67
4.3. DEFINICIONES Y ATRIBUCIONES	67
4.3.1. DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	68
4.3.2. CONTRATISTA	68
4.3.3. PROMOTOR	68
4.4. INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO	68
4.5. LIBRO DE ÓRDENES	68
4.6. CONDICIONES NO ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO	69
4.7. PERMISOS Y LICENCIAS	69
4.8. DOCUMENTACIÓN NECESARIA PREVIA AL INICIO DE LAS OBRAS.....	69
4.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL Y PLAZO DE GARANTÍA.....	70
4.10. RECEPCIÓN DEFINITIVA	70
4.11. MANTENIMIENTO	70
4.12. NORMATIVA APLICABLE	70

4. Pliego de condiciones

4.1. OBJETO

El presente documento establece las condiciones técnicas para el diseño, suministro, instalación y puesta en marcha de una planta fotovoltaica de 2 MW ubicada en Obejo, Córdoba. La planta estará conectada a la red eléctrica y cumplirá con la normativa vigente en materia de generación de energía renovable.

4.2. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El proyecto se compone de los siguientes documentos:

Memoria técnica.

Anexos con cálculos justificativos.

Planos.

Pliego de condiciones técnicas.

Mediciones

Presupuesto.

Estudio de seguridad y salud.

4.3. DEFINICIONES Y ATRIBUCIONES

4. Pliego de condiciones

4.3.1. Dirección Facultativa

La Dirección Facultativa será responsable de garantizar la correcta ejecución del proyecto conforme a las especificaciones técnicas y normativas vigentes. Supervisará la obra, aprobará las modificaciones necesarias y velará por la seguridad y calidad de los trabajos.

4.3.2. Contratista

La empresa contratista, Universidad de Málaga será responsable de la ejecución de los trabajos según los planos y especificaciones del proyecto. Deberá contar con personal cualificado y cumplir con la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales y medio ambiente.

4.3.3. Promotor

El promotor del proyecto es la entidad titular de la planta fotovoltaica, encargada de la financiación y gestión del proyecto, asegurando el cumplimiento de todos los requisitos legales y administrativos necesarios para su construcción y puesta en funcionamiento.

4.4. INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO

Cualquier ambigüedad en la interpretación del proyecto será resuelta por la Dirección Facultativa. En caso de discrepancia entre los documentos del proyecto, prevalecerán las instrucciones de la Dirección Facultativa.

4.5. LIBRO DE ÓRDENES

Se establecerá un libro de órdenes y asistencias donde la Dirección Facultativa registrará las instrucciones necesarias para la correcta ejecución del proyecto. Este documento deberá estar disponible en todo momento en la obra.

4. Pliego de condiciones

4.6. CONDICIONES NO ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO

En caso de no estar contempladas en este pliego, se aplicará la normativa vigente y las buenas prácticas del sector para resolver cualquier incidencia técnica o constructiva.

4.7. PERMISOS Y LICENCIAS

El contratista será responsable de obtener todas las licencias y autorizaciones necesarias antes del inicio de las obras, incluyendo:

Permisos ambientales y urbanísticos.

Licencias de obra y actividad.

Autorizaciones para la conexión a la red eléctrica.

4.8. DOCUMENTACIÓN NECESARIA PREVIA AL INICIO DE LAS OBRAS

Antes del inicio de las obras, el contratista deberá presentar:

Plan de trabajo y cronograma de ejecución.

Plan de seguridad y salud.

Certificados de materiales y equipos.

Documentación del personal técnico y operarios.

4. Pliego de condiciones

4.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL Y PLAZO DE GARANTÍA

Una vez finalizada la instalación, se procederá a una recepción provisional en la que se verificará el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas. Se establecerá un plazo de garantía de 2 años para subsanar posibles defectos o deficiencias detectadas.

4.10. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Tras el periodo de garantía, y si no se han detectado deficiencias, se procederá a la recepción definitiva del proyecto.

4.11. MANTENIMIENTO

Se establecerá un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que garantice el correcto funcionamiento de la planta fotovoltaica, incluyendo revisiones periódicas de los inversores, módulos solares, protecciones y sistema de monitorización.

4.12. NORMATIVA APLICABLE

El diseño e instalación de la planta fotovoltaica cumplirá con la siguiente normativa:

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones de alta tensión (RAT).

Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

4. Pliego de condiciones

Normas UNE aplicables a instalaciones fotovoltaicas.

Reglamentos locales y autonómicos en materia de energía y medio ambiente.

DLOTFG2025

5. Mediciones

DLOTFG2025

5. Mediciones

Nº Orden	Descripción de la unidades de obra	Total
01	Movimiento de tierras	
01.01	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, hasta una profundidad de 15cm. (m2)	100000
01.02	Transporte de tierras con camión de capacidad 12m3, por carreteras, hasta una distancia máxima de 4 km. Volumen medido en perfil esponjado. (m3)	15000
01.03	Desmante en tierras mediante bulldozer y transporte. Volumen medido en perfil natural (m3)	1500
01.04	Terraplanado, extendido y compactación de tierras. Regado y refino de taludes. (m3)	10000
02	Módulos Fotovoltaicos	
02.01	Cantidad total de módulos Fotovoltaicos	5035
02.02	Potencia unitaria de cada módulo (Wp)	545
02.03	Cantidad de módulos en cadena	19
02.04	Cantidad de cadenas de módulos	255
02.05	Superficie total de captación solar (m2)	12000
3	Estructuras y soportes	
03.01	Estructuras soporte de módulos solares, material utilizado Acero Galvanizado	900
03.02	Anclajes de cimentación	3600
03.03	Vallado perimetral (m)	1600
04	Inversores y Monitorización	
04.01	Cantidad de Inversores 650Kw de potencia	4
04.02	Cantidad de Smart BOX de gestión	24
05	Cableado	
05.01	Cableado de corriente continua entre módulos y hacia Box 6 mm ² (m)	6000

5. Mediciones

.02	Cableado de corriente continua Box a Inversor 95 mm ² : (m)	3000
05.03	Cableado inversor a alternador 3 x 65 mm ² : (m)	100
06	Cableado	
06.01	Interruptores de protección en continua	24
06.02	Interruptores magnetotérmicos	7
06.03	Sistema de puesta a tierra	1
07	Centro de Transformación y conexión	
07.01	Centro de transformación 2.5MW	1
07.02	Transformadores 1,25 MW	2
07.03	Cuadros eléctricos de Baja tensión	4

Tabla 7 Mediciones

DLOTFG2025

6. Presupuesto

DLOTFG2023

6. Presupuesto

6.1. Presupuesto

Concepto	Medición	Precio Unitario (€)	Total (€)
Movimiento de tierras	2,500 m ³	15	37500
Módulos fotovoltaicos	5,035 uds	200	1007000
Estructuras soporte	900 uds	250	225000
Inversores	4 uds	30000	120000
Cableado DC/AC	13,500 m	5,5	74250
Protecciones eléctricas	30 uds	500	15000
Sistema de puesta a tierra	1 lote	10000	10000
Vallado perimetral	1,600 m	20	32000
Centro de transformación	1 uds	150000	150000
Cuadros eléctricos	2 uds	10000	20000
Sistema de monitorización	1 uds	15000	15000
Señalización y seguridad	1 lote	7500	7500
Coste de instalación y mano de obra	1 lote	320000	320000
Costes administrativos y licencias	1 lote	30000	30000
Subtotal			2063250
Gastos Generales (13%)			268222,5
Beneficio Industrial (6%)			123795
Presupuesto Bruto			2455267,5
IVA (21%)			515605,87
Presupuesto Total			2970873,37

Tabla 8: Presupuestos

Total Presupuesto del proyecto: 2.970.873,37 €