

JUNTA DE ANDALUCÍA

FORMULARIO DE PRESENTACIÓN GENERAL

1 DATOS DE LA PERSONA O ENTIDAD SOLICITANTE Y DE LA REPRESENTANTE		
APELLIDOS Y NOMBRE/RAZÓN SOCIAL/DENOMINACIÓN: CITRICOS LA HERRADURA, SL	SEXO: <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> M	DNI/NIE/NIF: B11253911
APELLIDOS Y NOMBRE DE LA PERSONA REPRESENTANTE: [REDACTED]	SEXO: <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> M	DNI/NIE/NIF: [REDACTED]
QUE ACTÚA EN CALIDAD DE: CONSEJERO DELEGADO		

2 NOTIFICACIÓN							
2.1 LUGAR Y MEDIO DE NOTIFICACIÓN (A cumplimentar por las personas NO OBLIGADAS a relacionarse electrónicamente con la Administración)							
Marque solo una opción							
<input type="checkbox"/> OPTO por que las notificaciones que proceda practicar se efectúen en papel en el lugar que se indica: (Independientemente de la notificación en papel, ésta se practicará también por medios electrónicos, a la que podrá acceder voluntariamente, teniendo validez a efectos de plazos aquella a la que se acceda primero) (1)							
LUGAR DE NOTIFICACIÓN							
TIPO DE VÍA:		NOMBRE DE LA VÍA:					
NÚMERO:	LETRA:	KM EN LA VÍA:	BLOQUE:	PORTAL:	ESCALERA:	PLANTA:	PUERTA:
ENTIDAD DE POBLACIÓN:		MUNICIPIO:		PROVINCIA:	PAÍS:	CÓD. POSTAL:	
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:	CORREO ELECTRÓNICO:					
<input type="checkbox"/> OPTO por que las notificaciones que proceda practicar se efectúen por medios electrónicos a través del sistema de notificaciones de la Administración de la Junta de Andalucía y se tramite mi alta en caso de no estarlo (1). Indique un correo electrónico y, opcionalmente, un número de teléfono móvil donde informar sobre las notificaciones practicadas en el sistema de notificaciones. Correo electrónico: _____ N° teléfono móvil: _____							
(1) Debe acceder al sistema de notificaciones con su certificado electrónico u otros medios de identificación electrónica; puede encontrar más información sobre los requisitos necesarios para el uso del sistema y el acceso a las notificaciones en la dirección: https://www.juntadeandalucia.es/notificaciones .							
2.2 NOTIFICACIÓN ELECTRÓNICA OBLIGATORIA (A cumplimentar por las personas OBLIGADAS a relacionarse electrónicamente con la Administración)							
Las notificaciones que proceda practicar se efectuarán por medios electrónicos a través del sistema de notificaciones de la Administración de la Junta de Andalucía y se tramitará su alta en caso de no estarlo (1). Indique un correo electrónico y, opcionalmente, un número de teléfono móvil donde informar sobre las notificaciones practicadas en el sistema de notificaciones. Correo electrónico: [REDACTED] N° teléfono móvil: [REDACTED]							
(1) Debe acceder al sistema de notificaciones con su certificado electrónico u otros medios de identificación electrónica; puede encontrar más información sobre los requisitos necesarios para el uso del sistema y el acceso a las notificaciones en la dirección: https://www.juntadeandalucia.es/notificaciones .							

3 DESTINATARIO	
CONSEJERÍA: Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible	
ÓRGANO/AGENCIA/ETC. Delegación Territorial de Desarrollo Sostenible en Cádiz	

4 EXPONE:

QUE ESTAMOS SOLICITANDO LICENCIA DE OBRA PARA UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA DE 100 KW PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE EXCEDENTE EN SUELO, Y NECESITAMOS EVACUAR CRUZANDO LA VIA PECUARIA "CAÑADA REAL DE MANILVA"

5 SOLICITA: (2)

SE AUTORIZA ACOMETER LA OBRA DE EVACUAR LA PRODUCCIÓN CRUZANDO TRASNSVERSALMENTE LA CAÑADA REAL DE MANILVA

(2) En el caso de que solicite información y/o documentación, indique la dirección de correo electrónico donde desea le sea remitida
Correo electrónico:

6 DOCUMENTACIÓN

PRESENTO la siguiente documentación:

	Documento
1	ESCRITO SOLICITANDO OBRA EN VIA
2	ANEXO 2 - PROYECTO

DOCUMENTOS EN PODER DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

Ejercicio del derecho a no presentar los siguientes documentos que obran en poder de la Administración de la Junta de Andalucía o de sus Agencias, e indico a continuación la información necesaria para que puedan ser recabados:

Documento	Consejería/Agencia y Órgano	Fecha de emisión o presentación	Procedimiento en el que se emitió o en el que se presentó
-----------	-----------------------------	---------------------------------	---

DOCUMENTOS EN PODER DE OTRAS ADMINISTRACIONES

Ejercicio del derecho a no presentar los siguientes documentos que obran en poder de otras Administraciones Públicas, e indico a continuación la información necesaria para que puedan ser recabados:

Documento	Consejería/Agencia y Órgano	Fecha de emisión o presentación	Procedimiento en el que se emitió o en el que se presentó
-----------	-----------------------------	---------------------------------	---

7 SOLICITUD, LUGAR, FECHA Y FIRMA

La persona abajo firmante **DECLARA**, bajo su expresa responsabilidad, que son ciertos cuantos datos figuran en este documento y **SOLICITA** se tenga por admitido el presente documento en el Registro Electrónico Único de la Administración de la Junta de Andalucía.

En JIMENA DE LA FRONTERA a 22 de febrero de 2022
LA PERSONA SOLICITANTE / REPRESENTANTE

Fdo.: CITRICOS LA HERRADURA, SL - -

ILMO/A. SR./A. Delegación Territorial de Desarrollo Sostenible en Cádiz

Código Directorio Común de Unidades Orgánicas y Oficinas: A01035419

CLÁUSULA DE PROTECCIÓN DE DATOS

En cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos, le informamos que:

- a) El Responsable el tratamiento de sus datos personales es el Órgano Directivo al que dirige este recurso.
- b) Podrá contactar con el Delegado de Protección de Datos a través de la dirección electrónica de la Consejería o Agencia competente en la tramitación de este recurso.
- c) El tratamiento de los datos personales es necesario para dar curso a su solicitud, siendo su base jurídica los artículos 112 y siguientes de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, y se conservarán durante el tiempo necesario para cumplir con dicha finalidad.
- d) Puede usted ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión, portabilidad de sus datos, y a limitación u oposición a su tratamiento, como se explica en la información adicional.
- e) No están previstas cesiones de datos, salvo a posibles encargados de tratamiento por cuenta del responsable del mismo, o las derivadas de obligación legal.

La información adicional detallada, así como el formulario para la reclamación y/o ejercicio de derechos se encuentra disponible en la siguiente dirección electrónica:
<http://www.juntadeandalucia.es/protecciondedatos>

PROYECTO:

Instalación Solar Fotovoltaica de 100 kW para autoconsumo sin venta de excedente en suelo

EMPLAZAMIENTO:

Polígono 9, Parcela 30, La Herradura, Jimena de la Frontera (Cádiz)

TITULAR:

Cítricos La Herradura, S.L.

AUTOR DE PROYECTO:

Soluciones de Ingeniería Industrial, S.L.

INGENIERO INDUSTRIAL:

David Conrado Choya
Colegiado nº 15038 COIIM

	
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - VALLADOLID	
Nº VISADO 202100277	FECHA DE VISADO 22/10/2021
VISADO	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A Nº:	NOMBRE
15038 COIIM DAVID CONRADO CHOYA	

Valladolid, Septiembre de 2021

MEMORIA

ÍNDICE

1. FICHA URBANÍSTICA	4
1.1.- SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	4
1.2.- COMPOSICIÓN DE LA PARCELA.....	4
1.3.- DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	4
2.- ANTECEDENTES	5
2.1.- OBJETO	5
3.- PUNTO DE CONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	5
3.1.- PUNTO DE CONEXIÓN EN BAJA TENSIÓN	5
4.- LÍNEA DE BAJA TENSIÓN	6
4.1.- ANTECEDENTES.....	6
4.2.- SITUACIÓN Y TRAZADO	6
4.3.- REGLAMENTACIÓN	7
4.4.- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA.....	7
4.5.- PREVISIÓN DE CARGAS	8
4.6.- DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA	8
4.6.1.- <i>Línea de Baja Tensión</i>	8
4.6.2.- <i>Conductores</i>	8
4.6.3.- <i>Cálculos eléctricos</i>	9
4.6.3.1.- Previsión de cargas	9
4.7.- PUESTA A TIERRA.....	10
4.7.1.- <i>Constitución de tomas de tierra</i>	10
4.7.2.- <i>Puesta a tierra de las partes metálicas</i>	10
4.7.3.- <i>Conexiones de conductores del circuito de tierra con los electrodos</i>	10
4.7.4.- <i>Gradiente de potencial</i>	10
5.- GENERADOR SOLAR FOTOVOLTAICO	11
5.1.- INTRODUCCIÓN	11
5.1.1.- <i>Antecedentes</i>	11
5.1.2.- <i>Objetivos</i>	12
5.1.3.- <i>Generalidades</i>	12
5.1.4.- <i>Situación y climatología</i>	13
5.2.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO.....	13
5.2.1.- <i>Unidad de acondicionamiento de potencia: Inversor</i>	15
5.2.2.- <i>Protecciones</i>	15
5.3.- DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	17

5.3.1.-	<i>Datos iniciales</i>	17
5.3.2.-	<i>Ubicación de los inversores y los cuadros generales</i>	17
5.3.3.-	<i>Estructura soporte</i>	17
5.3.4.-	<i>Diseño de la central fotovoltaica</i>	18
5.3.4.1.-	Módulos fotovoltaicos.....	18
5.3.4.2.-	Configuración del campo generador.....	18
5.3.4.3.-	Sistema de conversión.....	22
5.3.4.3.1.-	Características inversor.....	22
5.3.4.3.1.-	Características técnicas.....	24
5.3.4.4.-	Sistema de no inyección a red.....	24
5.3.5.-	<i>Protecciones y puesta a tierra</i>	25
5.3.5.1.-	Protecciones del campo fotovoltaico.....	25
5.3.5.2.-	Cuadros generales. Protecciones.....	26
5.3.5.3.-	Caja general de protección y medida (CGPM).....	26
5.3.5.4.-	Puestas a tierra.....	27
5.4.-	CÁLCULOS	27
5.4.1.-	<i>Cálculo de la instalación eléctrica</i>	27
5.4.1.1.-	Cálculo de la sección de los conductores.....	27
5.4.1.2.-	Intensidad de cortocircuito.....	32
5.4.1.2.1.-	Intensidad de cortocircuito.....	33
5.4.1.2.2.-	Curva características eléctricas de la instalación fotovoltaica.....	34
5.4.1.3.-	Radiación y energía generada.....	34
5.4.1.3.1.-	Datos iniciales.....	34
5.4.1.3.2.-	Pérdidas de radiación por sombras.....	35
5.4.1.3.3.-	Calculo de la producción anual estimada.....	35
5.4.2.-	<i>Estudio de la instalación mediante programa informático (NSol)</i>	39
5.4.2.1.-	Nsol.....	39
5.4.2.1.1.-	Introducción.....	39
5.4.2.1.2.-	Análisis Irradiación.....	40
5.4.2.1.3.-	Análisis Producción.....	41
6.-	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	42
6.1.-	ANTECEDENTES.....	42
6.2.-	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.....	42
6.3.-	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA.....	44
6.4.-	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.....	44
6.5.-	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.....	45
6.6.-	PLANO DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA.....	45
6.7.-	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	46
6.8.-	VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA.....	46

1. FICHA URBANÍSTICA

1.1.- SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La situación de la instalación fotovoltaica objeto de este estudio, en concreto, es en la parcela de **suelo rústico de uso agrario** sita en Polígono 9, Parcela 30, La Herradura, Jimena de la Frontera (Cádiz), y cuya referencia catastral es **11021A009000300000DW**. La instalación fotovoltaica se colocará sobre estructura fija en suelo, en disposición Este-Oeste, a base de bloques de hormigón tipo SOLAR BLOC.

Al tener la parcela que nos ocupa la categoría de suelo rústico de uso agrario, implica que el uso que se le va a dar al suelo disponible es perfectamente compatible.

1.2.- COMPOSICIÓN DE LA PARCELA

Se trata de una instalación solar fotovoltaica formada por 266 placas solares que posteriormente se describirán, localizadas sobre estructura SOLAR BLOC en suelo, en la dirección antes mencionada, la cual se dedicará a la *PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE EXCEDENTE A RED* mediante la captación solar. La superficie a dedicar de esta instalación será de unos 600 m².

1.3.- DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Se van a instalar placas solares fotovoltaicas formadas por células de silicio rodeadas perimetralmente por un marco de aluminio. Estas células quedan protegidas por un material encapsulante a base de siliconas muy transparentes a la radiación solar, sin apenas degradación, evitando la penetración de la humedad en su interior.

Las placas se colocarán en disposición Este-Oeste, empleando bloques de hormigón tipo SOLAR BLOC para su sujeción al suelo, con una inclinación de 18°.

En todo momento se respetará un retranqueo mínimo de 40 metros con el río Guadiaro, ubicado al Sur de la zona donde se dispondrán los paneles fotovoltaicos, cumpliendo de esta forma las especificaciones medioambientales.

Asimismo, en todo momento la instalación solar fotovoltaica se mantendrá fuera de la zona inundable que marca la normativa vigente de la zona.

Respecto al retranqueo con el resto de límites parcelarios, la instalación se ubica en una zona de la parcela donde la distancia mínima a linderos supera los 100 metros, incluyendo la calzada ubicada al Norte de la parcela objeto de proyecto, por lo que el retranqueo mínimo de 20 metros se cumple holgadamente.

Cabe destacar que la parcela actualmente se encuentra vallada en su totalidad, no siendo necesario un vallado particular para la presente instalación solar fotovoltaica.

Tanto las dimensiones de las placas, como de la estructura, su sistema de fijación en suelo, así como los cuadros necesarios, se encuentran reflejados en Planos.

2.- ANTECEDENTES

A petición de **Cítricos La Herradura, S.L.**, con domicilio social en Cortijo La Herradura, s/n, Jimena de la Frontera (Cádiz) y CIF B-11253911, como propietario de la instalación solar fotovoltaica que se va a desarrollar en el suelo de una parcela de su propiedad situada en Polígono 9, Parcela 30, La Herradura, Jimena de la Frontera (Cádiz), se redacta el presente proyecto para su realización, según Real Decreto nº 1955/2000.

La parcela en la que se ubicará la instalación solar fotovoltaica tiene forma anular, disponiendo la instalación solar fotovoltaica en una pequeña zona situada al centro de la misma.

Su superficie gráfica es de 1.271.950 m², de los cuales, aproximadamente, la instalación solar fotovoltaica de 100 kW de potencia nominal ocupará 600 m², lo cual representa el **0,047%** de la superficie catastral de la parcela.

Se instalará un campo generador de energía fotovoltaica con estructura fija tipo SOLAR BLOC de 18° de inclinación, en disposición Este-Oeste, ubicado en suelo para autoconsumo sin venta de excedente a red, de 100 kW de potencia de salida en corriente alterna trifásica, produciendo una energía eléctrica que será íntegramente consumida por el riego de la parcela objeto de proyecto, con referencia catastral **11021A009000300000DW**, regulándose la generación de forma que ésta siempre sea menor o igual que la demanda de riego. De esta forma, en ningún momento se dispondrá de excedente de generación.

2.1.- OBJETO

El presente Proyecto tiene por objeto establecer las bases técnicas para la ejecución de las instalaciones, aportando cálculos de las mismas, así como servir de documento ante los Organismos Competentes de forma que puedan conseguirse las oportunas autorizaciones.

3.- PUNTO DE CONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.1.- PUNTO DE CONEXIÓN EN BAJA TENSIÓN

El punto de conexión de la Instalación Solar Fotovoltaica objeto del presente Proyecto será el Cuadro General de Baja Tensión de la parcela con referencia catastral **11021A009000290000DB**.

El Cuadro General de BT de la instalación está situado bajo el apoyo eléctrico ubicado en el interior de la parcela colindante, en su zona Oeste, el cual alberga el Transformador de suministro eléctrico a la parcela.

La instalación fotovoltaica se situará en la zona centro de la parcela con referencia catastral **11021A009000300000DW**, mientras que el punto de conexión de la instalación Solar fotovoltaica se situará en la parcela colindante con referencia catastral **11021A009000290000DB**.

Su ubicación exacta puede verse en planos.

4.- LÍNEA DE BAJA TENSIÓN

4.1.- ANTECEDENTES

Como consecuencia del aumento progresivo del precio de la energía, **Cítricos La Herradura, S.L.** encarga la ejecución de una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo para, con ella, minorar ese aumento lo máximo posible.

4.2.- SITUACIÓN Y TRAZADO

La instalación solar fotovoltaica objeto del presente proyecto constará de 266 placas fotovoltaicas situadas sobre suelo en la parcela ubicada en Polígono 9, Parcela 30, La Herradura, Jimena de la Frontera (Cádiz). El trazado de las líneas eléctricas y la distribución de las placas fotovoltaicas pueden verse en los planos.

Toda la instalación derivada del campo fotovoltaico estará dentro de los límites de las parcelas descritas anteriormente, con referencias catastrales **11021A009000290000DB** (punto de conexión) y **11021A009000300000DW** (paneles fotovoltaicos).

El cableado entre paneles fotovoltaicos irá canalizado mediante bridas unidas a la estructura, mientras que cada grupo de paneles se unirá al inversor correspondiente (dos en total, situados a escasos metros de la zona de paneles) mediante canalización subterránea. Los conductores positivo y negativo quedarán separados entre sí mediante unos separadores de material aislante.

Se dispondrán dos inversores trifásicos cuyas características se describirán más adelante, y convertirán la energía eléctrica en corriente continua procedente del campo fotovoltaico, en energía alterna trifásica a cuatro hilos (tres fases y neutro), con un voltaje entre fases de 400 V_{AC} (230 V entre fase y neutro).

A la salida de los inversores, se dispondrá de un relé de inversión de potencia (kit de inyección 0) destinado a regular la producción de los mismos, de forma que ésta nunca supere la demanda de riego de la parcela. De esta forma, en ningún caso se generará excedente de producción, y toda la energía generada será autoconsumida por la instalación de riego allí presente.

En este momento, los inversores se conectarán a sus respectivos cuadros de protección (uno por inversor), realizándose el paralelo de los mismos en uno de ellos (CG-1), dando como resultado una única línea trifásica que se conectará al Cuadro General de BT de la

parcela colindante, ubicado bajo el apoyo eléctrico que contiene el transformador de suministro de la misma. Dicha línea será íntegramente subterránea.

El trazado de las líneas eléctricas, así como los elementos de corte y protección, puede verse en los planos.

La línea de Baja Tensión derivada de la instalación fotovoltaica partirá del Cuadro General de BT de la parcela y finalizará en el Cuadro General CG-1 donde se realizará el paralelo de los dos inversores, situado en el centro de la parcela, con una longitud aproximada de 640 metros.

4.3.- REGLAMENTACIÓN

Para el presente Proyecto se tendrá en cuenta la siguiente reglamentación:

- Ley 24/2013 del Sector Eléctrico.
- Real Decreto - Ley 15/2018, de 5 de Octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Decreto 127/2003, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León.
- Real Decreto 842/2002, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4.4.- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA

La que se proyecta para el servicio será trifásica y de un solo circuito.

La potencia máxima a transportar en corriente alterna será de 100 kW, ya que es la suma de la potencia nominal de salida de los inversores.

La tensión de servicio será de 400 V entre conductores, que corresponden a una tensión de 230 V entre conductores y tierra.

La frecuencia es de 50 Hz.

En el caso de paralelismos con cables telefónicos o telégrafos, la distancia será de 0,50 m.

4.5.- PREVISIÓN DE CARGAS

La potencia instalada que dependerá de este centro es exclusivamente la propia del Generador Fotovoltaico, según proyecto de Baja Tensión que más adelante se describe, y será de 118.370 W_p (100 kW en inversores).

4.6.- DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA

La línea de Baja Tensión partirá del Cuadro General de BT de la parcela colindante ubicado en la zona Suroeste de la misma, bajo el apoyo eléctrico que contiene el transformador de suministro eléctrico de la parcela, discurrirá por toda la parcela de manera ascendente hasta llegar a la parcela adyacente donde se situarán los paneles fotovoltaicos en el centro de la misma, y terminará en el cuadro general de fotovoltaica CG-1, donde se realiza el paralelo de los inversores, ubicado a escasos metros al sur de la instalación fotovoltaica.

La acometida se realizará en dos tramos, un primer tramo con un conductor XZ1-Al 0,6/1 kV de 4x240 mm², canalizado en zanja subterránea, con una distancia aproximada de 625 m entre la Caja General de Protección y medida de la parcela colindante y el cuadro general de fotovoltaica CG-1. Y otro segundo tramo que discurre desde el cuadro general de baja tensión y dicha caja general de protección y medida, realizado con un cable 0,6-1 kV, XLPE, RV-K de 70 mm² Cu, con una distancia de 15 m.

Desde el Cuadro General de BT de la parcela colindante se da servicio a los consumos de riego, a la tensión de 400 V trifásicos.

4.6.1.- Línea de Baja Tensión

Los cables serán tipo XZ1-Al y RV-K 0,6/1 kV, tendidos en canalización subterránea. La composición a utilizar será:

- Zanja subterránea: 3x(4x240) mm² Al
- Zanja subterránea: 4x(1x70) mm² Cu
- La tensión de servicio de la red será de 400/230 voltios.

Tanto durante la construcción como después, en la conservación, se observarán las normas de los vigentes Reglamentos Electrotécnicos y las de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

4.6.2.- Conductores

Los conductores a utilizar en la red de Baja Tensión serán del tipo XZ1-Al y RV-K 0,6/1 kV, en Aluminio y Cobre de las secciones que se establezcan.

4.6.3.- Cálculos eléctricos

La distribución en Baja Tensión se realiza a 400/230 V, en disposición trifásica con neutro accesible.

La caída de tensión del tramo que une el punto de entronque (Cuadro General de BT de la parcela) con el cuadro general de fotovoltaica CG-1, donde se realiza el paralelo de los inversores, será:

$$P = 100.000 \text{ W (fijada por los inversores)}$$

1º tramo:

$$e = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{100.000 \cdot 625}{35,7 \cdot 400 \cdot (4 \times 240)} = 4,559 \text{ V} \rightarrow \% = 1,140 \%$$

2º tramo:

$$e = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{100.000 \cdot 15}{56 \cdot 400 \cdot 70} = 0,957 \text{ V} \rightarrow \% = 0,239 \%$$

4.6.3.1.- Previsión de cargas

La potencia máxima prevista a la salida de los inversores del campo fotovoltaico es de 100 kW.

Esta potencia se evacuará en una línea que se establece desde el Cuadro General de BT de la parcela colindante ubicado en la zona Suroeste de la misma, bajo el apoyo eléctrico que contiene el transformador de suministro eléctrico de la parcela, discurrirá por toda la parcela de manera ascendente hasta llegar a la parcela adyacente donde se situarán los paneles fotovoltaicos en el centro de la misma, y terminará en el cuadro general de fotovoltaica CG-1, donde se realiza el paralelo de los inversores, ubicado a escasos metros al sur de la instalación fotovoltaica.

La acometida se realizará en dos tramos, un primer tramo con un conductor XZ1-Al 0,6/1 kV de 4x240 mm², canalizado en zanja subterránea, con una distancia aproximada de 625 m entre la Caja General de Protección y medida de la parcela colindante y el cuadro general de fotovoltaica CG-1. Y otro segundo tramo que discurre desde el cuadro general de baja tensión y dicha caja general de protección y medida, realizado con un cable 0,6-1 kV, XLPE, RV-K de 70 mm² Cu, con una distancia de 15 m.

Desde el Cuadro General de BT de la parcela se da servicio a los consumos de riego, a la tensión de 400 V trifásicos.

La intensidad total que soportará será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{100.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 160,38 \text{ A}$$

Según la Tabla 4 de la ITC-BT-07 con aislamiento XLPE, para una terna de cables unipolares de aluminio en canalización subterránea (coeficiente de reducción de 0,80 por canalización bajo tubo, de 0,88 por temperatura y 0,47 por agrupación de cables), tenemos una intensidad máxima admisible para cable de 3x(4x240) mm² Al de 554,02 A, superior a la máxima intensidad que circulará por ella (160,38 A).

Según la Tabla 5 de la ITC-BT-07 con aislamiento XLPE, para una terna de cables unipolares de cobre en canalización subterránea (coeficiente de reducción de 0,80 por canalización bajo tubo, de 0,88 por temperatura), tenemos una intensidad máxima admisible para cable de 4x70 mm² Cu de 197,12 A, superior a la máxima intensidad que circulará por ella (160,38 A).

4.7.- PUESTA A TIERRA

Con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra pueda presentarse se dispondrán, de acuerdo con lo indicado más adelante, puestas a tierra del conductor neutro.

4.7.1.- Constitución de tomas de tierra

Los electrodos y conductores de unión a tierra deberán cumplir las especificaciones de la Instrucción ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4.7.2.- Puesta a tierra de las partes metálicas

Todas las partes metálicas de la instalación solar fotovoltaica estarán conectadas a tierra mediante el correspondiente conductor de protección, a saber: estructura fija sobre la cual se asientan los paneles solares fotovoltaicos en suelo, cuadros eléctricos, e inversores.

4.7.3.- Conexiones de conductores del circuito de tierra con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico, tanto en las partes metálicas que se deseen poner a tierra como en electrodo, para lo cual las conexiones de los circuitos de tierra, con las partes metálicas y con los electrodos se efectuaran con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de grapas de conexión atornilladas, elementos de compresión o soldadura cadwell de alto punto de fusión. Queda terminantemente prohibido el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

La línea de enlace con el electrodo deberá ser lo más corta posible y sin cambios bruscos de dirección, no debiendo estar sujeta a esfuerzos mecánicos.

4.7.4.- Gradiente de potencial

Se deberán tomar precauciones especiales para que en ningún caso el gradiente de potencial sobre el terreno pueda ser perjudicial a personas y animales.

5.- GENERADOR SOLAR FOTOVOLTAICO

5.1.- INTRODUCCIÓN

5.1.1.- Antecedentes

Como consecuencia de la inquietud creada por el cambio climático debido principalmente al efecto invernadero, producido por la emisión de CO₂ a la atmósfera y sumado a esta consecuencia, el plan de Fomento de las Energías Renovables en España, **Cítricos La Herradura, S.L.** encarga el desarrollo de este proyecto, con la idea de poder contribuir a reducir la dependencia Energética con medios contaminantes creando un Generador Solar Fotovoltaico, y de esta forma utilizar energía limpia con el fin de poder cumplir el objetivo del PNIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima), donde se planteó el objetivo de cubrir el 42% de consumo en España mediante energías renovables, así como la reducción del 23% de las emisiones para el año 2030.

La radiación emitida por el Sol al espacio, en todas las direcciones, es de $73,6 \times 10^6$ W/m². De esta cantidad, la Tierra recibe tan sólo dos mil millonésimas partes. Lo que significa que en el límite de la atmósfera y con la Tierra situada en su distancia media al Sol, sobre una superficie perpendicular a sus rayos, la energía recibida es aproximadamente de 1.373 W/m² (1,96 cal/cm²/min.). Sin embargo, esta cantidad de radiación, aunque prácticamente constante en el exterior de la atmósfera, es muy variable en superficie dependiendo de la atmósfera, la altura del Sol, la distancia Sol-Tierra y la duración del día. Cuando penetra en la atmósfera, la radiación solar se atenúa. *Grosso modo*, un 30% de la radiación solar recibida (9% rayos X, Gamma y Ultravioleta; 45% visible y 46% infrarrojos), es de nuevo devuelta al espacio y el restante 70% (unos 960 W/m²) es absorbido por la superficie terrestre desde donde se refleja de nuevo en forma de radiación infrarroja (calor). Parte de esta radiación reflejada es aprisionada por la atmósfera y devuelta de nuevo a la superficie, ocasionando que la temperatura media de la Tierra sea 33°C más elevada que la que le correspondería por su posición respecto al Sol. De hecho, vista desde el espacio, la Tierra radia energía a longitudes de onda e intensidades características de un cuerpo a -18°C.

La capacidad de la atmósfera para aprisionar el calor es un fenómeno natural que ha dominado siempre el balance energético de la Tierra, y su importancia está en función de la proporción de determinados gases llamados «de efecto invernadero», fundamentalmente CO₂, pero también vapor de agua, metano y los llamados clorofluorcarburos (CFC's).

A lo largo de la historia de la Tierra se han producido, «de forma natural», ascensos y descensos de la temperatura media del planeta. Las razones de estas oscilaciones térmicas no son fáciles de determinar, pero lo que parece cada vez más claro, a tenor de las pruebas circunstanciales del pasado geológico e histórico, es la relación entre los cambios climáticos y la fluctuación de los gases de efecto invernadero y, más concretamente, del dióxido de carbono (CO₂).

Desde principios del siglo XX se está detectando un aumento progresivo de la temperatura media de la Tierra y, aunque se ha discutido mucho sobre si esa tendencia era natural o provocada por la acción humana, en la actualidad la mayoría de los expertos considera que se debe a la emisión a la atmósfera de grandes cantidades de gases de

invernadero procedentes de la quema de combustibles fósiles y la deforestación. En concreto, desde la *Revolución Industrial*, el hombre ha provocado un aumento en el contenido de CO₂ del 25%. Estas emisiones han ocasionado un aumento de temperatura a una velocidad que algunos modelos climáticos estiman en 100 veces superior a la de los últimos 18.000 años, cuando se inició el actual periodo interglacial, que denota una tendencia no natural.

5.1.2.- Objetivos

Con la realización de este proyecto se pretende:

1. Contribuir al objetivo del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima a través de la realización de una central solar fotovoltaica de 118.370 W_p para autoconsumo sin venta de excedente a red, con un sistema de estructura fija y disposición Este-Oeste.
2. Ampliar las instalaciones de los sistemas solares fotovoltaicos, así como integrar este tipo de actuaciones en estructuras rurales, sirviendo de concienciación social en el uso de las energías renovables y ejemplo de difusión de esta energía.
3. Autoconsumir la energía generada, con el fin de amortizar la inversión realizada por la ejecución de esta instalación.

5.1.3.- Generalidades

Para el presente Proyecto se tendrá en cuenta la siguiente reglamentación:

- Ley 24/2013 del Sector Eléctrico.
- Real Decreto - Ley 15/2018, de 5 de Octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Decreto 127/2003, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León.
- Real Decreto 842/2002, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

5.1.4.- Situación y climatología

La instalación se haya ubicada en Polígono 9, Parcela 30, La Herradura, Jimena de la Frontera (Cádiz), y su referencia catastral es **11021A009000300000DW**.

La parcela tiene una superficie total de 1.271.950 m², siendo la superficie ocupada por la instalación solar fotovoltaica de, aproximadamente, 600 m².

Por su situación cuenta con los siguientes parámetros geográficos:

Latitud: 36° 24' 47'' Norte

Longitud: 05° 23' 39'' Oeste

Altitud: 30 metros

La provincia de Cádiz tiene un clima privilegiado. Sus más de 3.000 horas de sol al año y sus 18,2°C de temperatura media hacen las delicias del visitante. Es un clima típicamente mediterráneo con influencias atlánticas, caracterizado por las temperaturas suaves y la escasez de lluvias. Este excepcional clima está motivado por la situación de la provincia de Cádiz en el extremo meridional de la Península, lo que explica las escasas precipitaciones y los fuertes vientos de Levante y Poniente, mientras que la influencia del mar provoca un efecto termorregulador sobre las temperaturas. Los veranos son largos, calurosos y secos, con temperaturas que no suelen sobrepasar los 32°C por la influencia del mar. Los inviernos suelen ser suaves y húmedos.

5.2.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO

Una central solar fotovoltaica con estructura fija para autoconsumo está formada por los siguientes elementos: placas solares, estructura soporte, diodos de “by-pass”, diodos de bloqueo, inversores, fusibles, cables, terminales y otros dispositivos de protección contra sobretensiones (varistores, seccionadores, interruptores automáticos), cajas de conexión, así como la instalación de toma de tierra y protecciones contra contactos indirectos.

Los módulos o placas solares pueden tener, en principio, cualquier tipo de asociación entre ellas. En este proyecto se ha adoptado la configuración de 10 grupos de 17 módulos y 6 grupos de 16 módulos en serie cada uno. De esta forma, se consiguen la tensión e intensidad deseadas para la instalación.

Para los grupos de módulos conectados en serie con tensiones en circuito abierto superiores a 30 voltios, es necesario instalar, en paralelo con cada uno, diodos de “by-pass” que permiten un camino alternativo a la corriente alrededor de una serie de células cuando alguna de las que conforman dicha hilera está parcialmente destruida o sombreada. Normalmente los fabricantes incorporan uno o dos de estos componentes.

Los diodos de bloqueo se conectan en serie con cada grupo serie principalmente en el caso de grandes instalaciones. Cuando existen muchas ramas en paralelo, es conveniente disponer en serie con cada rama de un diodo de bloqueo para impedir que las ramas menos

iluminadas actúen como cargas de las más iluminadas, en situaciones de cielo parcialmente nublado, como puede ser nuestro caso.

Los fusibles protegen a los conductores de sobreintensidades, instalándose cuando el generador fotovoltaico está compuesto de varias ramas en paralelo, en los conductores que conectan la intensidad generada en dichas ramas. No obstante, en un diseño adecuado del cableado de un generador fotovoltaico, los cables o conductores que lo forman deberán tener la suficiente sección para permitir el paso de la máxima corriente generada (intensidad de la rama o suma de las intensidades de cortocircuito de las ramas en paralelo asociadas) sin sobrecalentarse y/o sin presentar caídas de tensión según la normativa actual vigente (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

Por todo ello, la mayoría de las veces que se utilizan fusibles en serie con las ramas de un generador fotovoltaico, van asociados a seccionadores que permitirán aislar dicho generador fotovoltaico del equipo o equipos a él conectados (por ejemplo, para mantenimiento).

Las cajas de conexión son también muy importantes y numerosas en el generador fotovoltaico. Una mala conexión debida a un mal apriete del terminal o corrosión de éste por una inadecuada estanqueidad de la caja, puede inutilizar una o varias ramas.

Otros componentes fundamentales de un generador fotovoltaico son los varistores, o dispositivos de protección contra sobretensiones producidas por descargas atmosféricas. Estos actúan como verdaderos fusibles de tensión y se instalan, en general, entre los terminales positivo y negativo de una rama o asociación de ramas y entre cada uno de dichos terminales y la tierra de todas las masas metálicas del generador y/o sistema fotovoltaico: Estructura y marcos metálicos de módulos, carcasas de cuadros eléctricos, inversor, etc. Van tarados a una determinada tensión y son aislantes hasta que se llega a dicha tensión momento en el que pasan a conducir, quedando inutilizados después de su actuación por lo que es necesaria su sustitución.

Finalmente, la estructura soporte del generador fotovoltaico, la cual sirve para unir y hacer rígida la asociación serie/paralelo de los módulos que la componen. Deberá estar diseñada para soportar todas las cargas mecánicas que pudieran presentarse en cada caso: viento, nieve, contracciones y dilataciones por cambios de temperaturas, etc. La estructura soporte deberá garantizar la estanqueidad, permitiendo fácilmente, en todo caso la reposición o sustitución de cualquier módulo.

La estructura a instalar se caracteriza por no quedar anclada al suelo, el propio peso de los bloques de hormigón tipo SOLAR BLOC hace que los módulos fotovoltaicos queden fijados y dispuestos en una lámina, sin contacto entre ellos, favoreciendo su ventilación, permitiéndoles dilatarse libremente y minimizando su resistencia estructural al viento.

La disposición Este-Oeste hace que se deban disponer en parejas, disponiendo tantas parejas como requieran las necesidades de la instalación.

5.2.1.- Unidad de acondicionamiento de potencia: Inversor

El dispositivo fundamental de un sistema fotovoltaico conectado a red es el inversor. Funciona como interfase entre el generador fotovoltaico y la red eléctrica. De este modo, el sistema fotovoltaico conectado a red forma parte de los sistemas de generación que alimentan dicha red. En esta instalación se dispondrán dos inversores trifásicos de 50 kW de potencia cada uno conectados en paralelo, ubicados junto a la zona de paneles, conformando una potencia total de 100 kW.

La forma de onda de la corriente de salida del inversor deberá ser lo más senoidal posible para minimizar los posibles daños ocasionados a los equipos conectados. A éste respecto, se recomiendan los valores incluidos en la norma CEI 555/1/2/3 (Comité Electrotécnico Internacional) equivalente a la norma CENELEC EN 60 555/1/2/3 (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica) y equivalente a su vez a la norma AENOR UNE-806-90/1/2/3 (Asociación Española de Normalización). El contenido de estas normas incluye la distorsión armónica máxima en corriente, en tanto por ciento sobre la fundamental, dependiendo del número de orden del armónico, producida por un receptor conectado a la red de Baja Tensión.

El inversor deberá extraer la máxima potencia posible del generador fotovoltaico. Esto se consigue con un dispositivo que normalmente suelen incorporar este tipo de equipos, denominado “seguidor del punto de máxima potencia”. Se trata de un dispositivo electrónico incorporado en el inversor y que varía cada determinado tiempo (de uno a varios minutos) la tensión de entrada del inversor (o tensión de salida del generador fotovoltaico), hasta que el punto de V·I de salida (Potencia de salida) del generador se hace máximo.

En resumen, los inversores a utilizar en sistemas fotovoltaicos deben reunir las siguientes características generales: Alta eficiencia en condiciones nominales (>90%), así como en condiciones de baja insolación (>80% para valores de irradiancia $\geq 1,50 \text{ MW/C m}^2$); bajo contenido de armónicos de intensidad (THD < 5%), gran fiabilidad, peso reducido, bajo nivel de emisión acústica, etc.

5.2.2.- Protecciones

Además de las protecciones ya comentadas, un sistema fotovoltaico conectado a red debe incluir una serie de protecciones, tanto en la parte de continua como en la parte de alterna, que garanticen su buen funcionamiento a la par que un buen nivel de seguridad para el usuario y/o del personal de mantenimiento, semejante a los sistemas eléctricos de generación/consumo convencionales.

Así, en la zona de continua y desde el punto de vista de funcionamiento del sistema, una buena toma de tierra de la estructura soporte, asegura un buen camino para la corriente causada por una descarga atmosférica que se produzca accidentalmente sobre ella. Por tanto, en la mayoría de los casos y sobre todo en las zonas de riesgo de este tipo de fenómenos, la estructura soporte y/o los marcos metálicos de los módulos, así como todas las carcasas metálicas del equipamiento eléctrico incluido en un sistema de estas características, han de ponerse a tierra, a menos que exista o se instale un pararrayos que

proteja el área en el que dicha estructura soporte fuera instalada, debido a la posibilidad de acoplamiento vía tierra.

Sobre la puesta a tierra de las partes activas del generador fotovoltaico, existe controversia. En el artículo 690-41 del Reglamento Electrotécnico de EEUU (NEC- National Electrical Code) se explicita que uno de los polos activos de un generador fotovoltaico ha de ponerse a tierra. Sin embargo, en Europa, es práctica común dejar el circuito en flotación, instalando varistores para protección contra sobretensiones.

Asimismo, desde el punto de vista de la seguridad personal, para prevenir choques eléctricos en usuarios y/o personal de mantenimiento cuando la tensión del sistema sea igual o superior a 100 V_{DC}, se instalará un dispositivo suficientemente sensible (300 mA, 25°C, 1.000 W/m²) que detecte corrientes de fuga del sistema a través de tierra y, en caso de contacto, actúe, cortocircuitando el sistema a tierra. Además, dicho mecanismo deberá poder actuarse manualmente con el mismo fin, evitando así cualquier riesgo de accidente durante las labores de mantenimiento correspondientes.

En la zona de alterna a la salida de los inversores, es imprescindible una protección diferencial contra los contactos indirectos, así como protecciones magnetotérmicas contra sobrecargas. También es necesaria la instalación de dos relés, uno de máxima y otro de mínima tensión que actúen sobre un interruptor automático de desconexión. Dichos relés suelen estar ya incluidos en el propio inversor.

En este caso, a la salida de los inversores se instalará un relé de inversión de potencia (kit de inyección 0) que impida que la energía que suministran los inversores supere a la demandada por el riego de la parcela. De esta forma, la totalidad de la energía generada por la instalación será autoconsumida.

Se resumen a continuación las características técnicas generales en cuanto a funcionamiento, que deben reunir los sistemas fotovoltaicos, incluyendo los límites en la fluctuación de tensión y frecuencia que la propia red pueda tener.

- Fluctuación de Tensión: la tensión debe mantenerse entre el 85% y el 110% de su valor nominal.
- Fluctuaciones de frecuencia: La frecuencia debe mantenerse entre 49 y 51 Hz para el adecuado funcionamiento del sistema fotovoltaico.
- Compensación del factor de potencia: $\cos\phi > 0,86$ (inductivo).
- Caída de tensión máxima permitida: $\Delta V = 5\% V$ nominal.
- Distorsión total armónica máxima: THD < 5%.

Se atenderá en todo momento a lo establecido en el RD 1699/2011 en lo referente a las protecciones necesarias en las instalaciones fotovoltaicas.

5.3.- DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

5.3.1.- Datos iniciales

El proyecto consiste en el suministro de energía eléctrica para autoconsumo sin venta de excedente, a 400 V_{CA} trifásicos. Mediante este sistema consumiremos la totalidad de la energía generada por la instalación, ya que se incorporará un dispositivo “antivertido” que impide la generación de energía en los momentos de baja demanda.

La potencia del campo generador es de 118.370 W_P a 746,30 V_{CC}, en corriente continua, siendo convertida posteriormente en corriente alterna trifásica mediante dos inversores trifásicos de 50.000 W de potencia cada uno, siendo la potencia nominal de la instalación de 100.000 W.

5.3.2.- Ubicación de los inversores y los cuadros generales

Los inversores se situarán a escasos metros de la zona de paneles, a 625 m del apoyo eléctrico donde se sitúa el transformador de suministro de la parcela, en la zona Oeste de la parcela colindante. Junto a ellos se dispondrán sus correspondientes cuadros generales.

Asimismo, el Cuadro General de BT de la parcela se dispone, también, bajo el mismo apoyo eléctrico. Junto a él se dispondrá la Caja General de Protección y Medida.

La localización exacta de todos los equipos puede verse en los planos.

5.3.3.- Estructura soporte

Para fijar las placas al suelo, se opta por utilizar un sistema de montaje sin estructura ni anclajes, denominado SOLARBLOC.

SOLARBLOC es un soporte prefabricado de hormigón, diseñado para simplificar el montaje de instalaciones solares y abaratar los costes al reducir en el resto de materiales necesarios.

El soporte SOLARBLOC está desarrollado con una geometría y una masa que permite fijar los paneles directamente a él, esta masa es necesaria para contrarrestar la fuerza del viento y agentes externos.

Los bloques de hormigón SOLARBLOC tendrán una inclinación fija para las placas fotovoltaicas de 18°. Los componentes de las conexiones de apriete son de acero V2A.

La disposición de bloques SOLARBLOC será enfrentados entre sí (Este-Oeste), de forma que siempre deban ir en agrupaciones de dos en dos.

5.3.4.- Diseño de la central fotovoltaica

En un sistema fotovoltaico con conexión a red, como ya se ha indicado, se tienen los siguientes elementos: módulos, estructura soporte, diodos de “by-pass”, diodos de bloqueo, inversores, fusibles, cables, terminales y otros dispositivos de protección contra sobretensiones, así como cajas de conexión, etc.

5.3.4.1.- Módulos fotovoltaicos

Según se ha comentado anteriormente, se dispondrán un total de 266 módulos solares fotovoltaicos de 445 W_P, conformando una potencia del campo generador de 118.370 W_P.

El modelo de panel fotovoltaico escogido será el RSM156-6-445M, de Risen Solar.

Risen Solar fue fundada en el año 2002, siendo un fabricante de energía solar fotovoltaica profesional líder mundial que proporciona calidad de primera clase en su alto rendimiento en células y módulos fotovoltaicos.

Sus características en condiciones estándar son las siguientes:

Características del módulo a 1.000 W/m ² , 25°C	
Modelo	RSM156-6-445M
Potencia nominal P _{max}	445 W
Tolerancia	<3 %
Tipo de célula	Monocristalina HC
Células por modulo	156
Tensión punto de máxima potencia M _{pp} , V _{mp}	43,90 V
Corriente punto de máxima potencia M _{pp} , I _{mp}	10,15 A
Tensión de circuito abierto V _{oc}	52,72 V
Corriente de cortocircuito I _{cc}	10,77 A
Máximo voltaje del sistema	1.000 V
Longitud	2.178 mm
Anchura	996 mm
Espesor (sin caja)	35 mm
Peso	25 kg
Tipo de marco	Aluminio anodizado
Coeficiente de temperatura de corriente I _{cc}	+0,050 %/°C
Coeficiente de temperatura de voltaje V _{oc}	-0,290 %/°C
Coeficiente de temperatura de potencia P _{max}	-0,370 %/°C

5.3.4.2.- Configuración del campo generador

Como se ha indicado anteriormente, el campo generador consta de un total de 266 módulos solares de 445 W_P.

En cuanto a su distribución eléctrica, el campo generador se compone de 10 grupos de 17 y de 6 grupos de 16 paneles fotovoltaicos en serie distribuidos simétricamente en dos inversores de 50 kW cada uno, siendo la tensión a máxima potencia de cada grupo de 746,30 V_{CC} y la corriente de máxima potencia de 10,15 A_{CC}, en condiciones estándar.

Esta instalación fotovoltaica está compuesta por dos inversores de 50 kW y sus cuadros generales de fotovoltaica (uno por inversor), dispuestos junto a la zona de paneles.

La distribución del cableado es a través de polos separados recogidos directamente en el inversor correspondiente (dos en total, repartiéndose las series de paneles de manera equitativa entre ellos), en los que se situarán los polos positivo y negativo separados para evitar los posibles contactos de los dos polos a la vez, mediante unos separadores de material aislante.

Las series de paneles se conectarán a los inversores mediante líneas canalizadas al aire bajo la estructura.

La distribución del campo generador se refleja en la tabla siguiente.

STRINGS	Nº PANELES	INVERSOR
101	17p	I-1
102	17p	I-1
103	17p	I-1
104	17p	I-1
105	17p	I-1
106	16p	I-1
107	16p	I-1
108	16p	I-1
209	17p	I-2
210	17p	I-2
211	17p	I-2
212	17p	I-2
STRINGS	Nº PANELES	INVERSOR
213	17p	I-2
214	16p	I-2
215	16p	I-2
216	16p	I-2

Para la conversión de la corriente continua del campo fotovoltaico en alterna para su consumo en el riego de la parcela, se han dispuesto dos inversores trifásicos de 50.000 W de potencia nominal cada uno conectados en paralelo, siendo la potencia total del campo generador de 100.000 W (100 kW).

Cabe destacar que a la salida de los inversores se dispondrá de un kit de inyección 0 (relé de inversión de potencia), encargado de controlar la generación fotovoltaica de forma que ésta nunca supere la demanda de riego. De esta forma se evita la existencia de excedente de generación y se garantiza que la totalidad de la energía generada sea autoconsumida por la instalación de riego.

Los inversores se dispondrán junto a la zona de paneles fotovoltaicos, al Sur de los mismos.

Además, se generará un conductor neutro a partir de la salida de los inversores, siendo el sistema en la parte de alterna trifásico a cuatro hilos.

Posteriormente, cada inversor se conectará a su cuadro general de protección, realizándose el paralelo de ambos en el Cuadro General CG-1. A la salida de éste, se tendrá una única línea trifásica que, mediante canalización subterránea de 640 m, se conectará al Cuadro General de BT situado al oeste de la parcela adyacente, finalizando así la instalación solar fotovoltaica.

Cabe destacar que, antes de la conexión con la instalación del usuario, se dispondrá la Caja General de Protección y Medida (CGPM), donde se contabilizará la energía generada por la instalación y se dispondrán las protecciones generales (seccionador y fusibles BUC de 200 A) para la desconexión total de la instalación. Dicha CGPM se dispondrá junto al Cuadro General de BT de la parcela.

La localización de los equipos, así como el trazado de las líneas eléctricas puede verse en los planos.

Los conductores utilizados en Baja Tensión para la realización del cableado que une los distintos elementos de la instalación, son unipolares con las siguientes características:

Exterior (cuadro de fotovoltaica a CGPM):

- Denominación técnica: XZ1-AI 0,6/1 kV de 4x240 mm²
- No propagador de la llama: UNE 60332-1-2:2005/A11:2016
- Conductor de cobre: Clase 5
- Aislamiento: XLPE (Polietileno reticulado)
- Cubierta: PVC tipo DMV-18
- Temperatura máxima: 90 °C
- Construcción (Cu) según: UNE 21123-2:2017
- Utilización: Baja Tensión

Exterior (resto de la instalación):

- Denominación técnica: RV-K 0,6/1 kV
- No propagador de la llama: UNE 60332-1-2:2005/A11:2016
- Conductor de cobre: Clase 5

- Aislamiento: XLPE (Polietileno reticulado)
- Cubierta: PVC tipo DMV-18
- Temperatura máxima: 90°C
- Construcción (Cu) según: UNE 21123-2:2017
- Utilización: Baja Tensión

La sección de estos conductores está calculada para que no se produzcan caídas de tensión superiores al 1,50% en la parte de corriente continua ni al 1,50% en la parte de corriente alterna.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y debidamente protegidos.

Las secciones empleadas, según se justifica en el capítulo de cálculos, son las siguientes:

Parte de corriente continua:

- *Cableado de todos los grupos de paneles:* dos conductores unipolares de cobre de 4 mm² de sección.
- *Cableado desde extremos de los grupos de paneles a inversores:* dos conductores unipolares de cobre de 6 mm² de sección.

Parte de corriente alterna:

- *Cableado desde los inversores a los cuadros generales:* una terna de cables unipolares de cobre de 35 mm² de sección para las fases y el neutro.
- *Cableado desde el cuadro general CG-2 al cuadro general CG-1 (paralelo):* una terna de cables unipolares de cobre de 35 mm² de sección para las fases y el neutro.
- *Cableado desde el cuadro general CG-1 a la CGPM:* una terna de cables tetrapolares de aluminio de 4x240 mm² de sección para las fases y 2x240 mm² de sección para el neutro.
- *Cableado desde la CGPM al Cuadro General de BT de la parcela:* una terna de cables unipolares de cobre de 70 mm² de sección para las fases y el neutro.

La forma de instalación de los conductores entre paneles se realizará al aire, abrazados a la estructura mediante elementos de sujeción adecuados que no dañen el conductor ni debiliten la estructura (bridas de sujeción, etc.).

A partir de entonces, el cableado alternará fases al aire bajo la estructura de paneles y subterráneo hasta alcanzar los inversores.

La unión entre los inversores y los cuadros generales será al aire, debido a la cercanía entre ambos equipos.

Finalmente, el último tramo entre el cuadro general CG-1 y el Cuadro General de BT de la parcela será íntegramente en zanja subterránea.

El trazado de las líneas eléctricas puede verse en los planos.

La máxima caída de tensión según se establece en los cálculos es, para el caso más desfavorable, en la parte de continua de 0,830 %, y en la parte de alterna de 1,491 %. Por tanto, tenemos una caída de tensión máxima desde el campo generador hasta el punto de conexión del 2,321 %, inferior al valor de 3,000 %, según se indica en las exigencias del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (I.D.A.E.).

5.3.4.3.- Sistema de conversión

Para la conversión de la potencia eléctrica en corriente continua proveniente del campo generador y su posterior ondulación para cubrir las necesidades de consumo del usuario, se emplearán dos inversores trifásicos, modelo AROS SIRIO K50TL, de 50.000 W de potencia nominal cada uno, conectados en paralelo.

5.3.4.3.1.- *Características inversor*

- Alto rendimiento

Los inversores Sirio Centralizados permiten la conexión directa a la red de distribución de baja tensión, así como a la instalación eléctrica de usuario, garantizando su separación galvánica del equipo de corriente continua. El dimensionado amplio del transformador y de los demás componentes del inversor permiten una alta eficiencia de conversión y garantizan un rendimiento que se sitúa entre los más altos de los aparatos de la misma categoría.

- Máxima energía y seguridad

El algoritmo de búsqueda del punto de máxima potencia (MPPT), implementado en el sistema de control de los inversores Sirio Centralizados, permite aprovechar completamente, en cualquier condición de radiación y de temperatura, el generador fotovoltaico, haciendo que el equipo trabaje constantemente con un rendimiento máximo.

En el caso de ausencia de sol, el convertidor se sitúa inmediatamente en stand-by, retomando el funcionamiento normal cuando vuelve el sol; esta característica permite reducir al mínimo el autoconsumo y maximizar la producción de energía. Todas estas características, junto con una cuidadosa selección de los componentes

y de la producción con calidad garantizada, de conformidad con los estándares ISO 9001, hacen que los inversores trifásicos con transformador de la serie Sirio sean extraordinariamente eficientes y fiables, garantizando una producción de energía al máximo nivel.

- Reducción de potencia térmica

El reductor de potencia en función de la temperatura tiende a proteger a los semiconductores del inversor del recalentamiento en el caso que se encuentren en ambientes con una temperatura por encima de la específica de la instalación o a causa de problemas de la ventilación forzada, todo ello sin bloquear al inversor. Los sistemas Centralizados Sirio garantizan un suministro de potencia nominal hasta 45°C ambiente, una vez superado este límite el inversor disminuye gradualmente la potencia emitida en la red a modo de mantener dentro del límite máximo la temperatura de los disipadores de calor. Una vez que se ha entrado en el intervalo térmico de funcionamiento normal, el inversor reestablece un punto de trabajo perfecto garantizando nuevamente la transferencia máxima de potencia.

- Interfaz usuario

Los inversores Sirio proporcionan una serie de nuevas interfaces de usuario compuesto por una pantalla táctil LCD en color con un formato cómodo de 4,3'. Se trata de una evolución que permite controlar los principales parámetros de la instalación fotovoltaica e interactuar con él para verificar el funcionamiento a través de la experiencia interactiva de las funciones táctiles. El dispositivo es capaz de realizar las funciones de registrador de datos, lo que permite el almacenamiento de todos los parámetros con una base de datos histórica de más de 5 años y ver de manera gráfica todas las variables (potencia, energía, AC / DC, voltaje AC/DC, la frecuencia, la temperatura y la potencia reactiva del inversor). La nueva pantalla tiene un puerto USB para respaldo de datos y la actualización de software, además, es compatible con el protocolo propietario PVSER sobre red con MODBUS/TCO, ofreciendo de este modo una fácil conexión con cualquier BMS de gestión o de análisis de datos utilizados por la red Ethernet.

- Facilidad de instalación y mantenimiento

El volumen es muy reducido. En efecto, no es necesario prever espacios laterales o posteriores en el aparato, dado que se puede acceder completamente de forma frontal a la electrónica y los complementos. El funcionamiento, completamente automático, garantiza una considerable sencillez de uso y de instalación, así como una puesta en funcionamiento fácil que permite evitar errores de instalación y configuración que podrían provocar averías o reducción de la productividad del equipo.

5.3.4.3.1.- Características técnicas

General	
Modelo	SIRIO K50 TL
Potencia nominal de CA	50.000 W
Potencia máxima de CA	55.000 W (cosφ=1)
Potencia nominal CA	55.000 kVA
Entrada	
Tensión de CC máxima en circuito abierto	1.100 Vcc
Rango completo de MPPT	200 a 960 Vcc
Rango completo de MPPT (plena carga)	540 a 850 Vcc
Corriente de entrada máxima	110 Acc (33A/33A/22A/22A)
Número de entradas	10 (3/3/2/2)
Número de MPPT	4
Salida	
Tensión de ejercicio	380/400 Vca
Intervalo operativo	277 a 520 Vca
Corriente máxima de salida	3x76 Aca
Distorsión de corriente CA (THD)	< 3%
Mecánica	
Eficiencia máxima del inversor	98,30%
Euro eficiencia	98,00%
Consumo nocturno	< 1 W
Refrigeración	Ventilación controlada
Temperatura de ejercicio	-25°C a 60°C
Ruido acústico	< 50 dBA
Peso de la unidad	65 kg.
Dimensiones de la unidad (AxPxL)	855 x 555 x 275 mm
Nivel de protección	IP65
Comunicación	
Pantalla	Wireless & APP+LED (LCD (opcional)
Comunicaciones	WiFi (opcional), RS485, GPRS (opcional)
Certificaciones	
EMC	EN 61000-6-2 , EN 61000-6-4
Seguridad	IEC62109-1, IEC62109-2
Criterios de enlace a la red eléctrica	VDE-AR-N 4105, IEC61727, IEC62116, VDE 0126-1-1, RD413/2014

5.3.4.4.- Sistema de no inyección a red

Ante la imposibilidad, por parte de la compañía eléctrica distribuidora, de inyección a red del sobrante de energía generada por la instalación solar fotovoltaica, se hace necesaria la instalación de un kit de inyección 0 (relé de inversión de potencia) que evite la existencia de ese excedente.

Se trata de un dispositivo dispuesto a la salida de los inversores que recibe información a tiempo real de la demanda de riego, y adecúa en todo momento la generación fotovoltaica en base a estos datos.

De esta forma, la generación fotovoltaica estará limitada electrónicamente al consumo que se está demandando en cada momento, garantizando la no existencia de excedente de generación, por lo que la totalidad de la energía generada será autoconsumida en todo momento por la instalación de riego de la parcela.

5.3.5.- Protecciones y puesta a tierra

En este apartado se indican las protecciones requeridas para salvaguardar tanto a los equipos que forman parte de la instalación, como a las personas que en un momento dado puedan entrar en contacto con ella.

5.3.5.1.- Protecciones del campo fotovoltaico

El principal inconveniente que presenta la protección del generador fotovoltaico es que, debido a la curva de funcionamiento de los paneles, una situación de cortocircuito entre bornes no presenta unas condiciones de funcionamiento especialmente anormales, de ahí que este hecho sea difícil de detectar.

La detección a partir de sobreintensidades presenta el problema de que, dependiendo de la radiación, la curva de funcionamiento del panel se desplaza y puede darse el caso de que un cortocircuito en situaciones de baja radiación presente menos intensidad que las condiciones de funcionamiento normal a mayor radiación. De hecho, el dimensionado de los conductores y demás equipos en continua se realiza para las condiciones de cortocircuito nominal, que presentará la corriente máxima que pueda establecerse.

Debido al tipo de conexión de los polos aislados de tierra, cualquier pérdida de aislamiento en una de las fases o contacto accidental con alguna parte metálica o personas, no presenta peligro alguno para las instalaciones, ni frente a intensidades pasantes ni frente a tensiones de contacto excesivas (>24 V), por lo tanto, la opción de protección que nos queda es emplear cables con un elevado nivel de aislamiento, y la distribución con los polos de los circuitos de manera separada. Asimismo, de manera periódica se harán comprobaciones del nivel de aislamiento de la instalación con un equipo de detección de corrientes de fuga.

Las protecciones empleadas en la instalación se detallan a continuación:

- Diodos de by-pass: Permiten un camino alternativo a la corriente alrededor de una asociación en serie de células cuando alguna está parcialmente sombreada o defectuosa, evitando la formación de puntos calientes que puedan destruir el panel. En este caso los propios paneles traen incorporados los diodos de by-pass.
- Diodos de bloqueo: Instalamos diodos en el terminal positivo de cada hilera en serie para evitar posibles circulaciones de corriente desde las filas más productivas hacia otras que generen menos, debido a dispersión, a sobrecalentamientos parciales o avería de alguna célula.
- Fusibles: Se disponen en el polo positivo de la asociación en serie con funciones de seccionamiento del circuito, sobre todo en caso de realizar labores de mantenimiento. Estarán calibrados en 15 A.

5.3.5.2.- Cuadros generales. Protecciones

Nótese que la protección ha de ser en ambos sentidos: por un lado, se debe proteger a la red del usuario de perturbaciones provenientes del sistema de generación solar, y por otro hay que proteger la instalación solar fotovoltaica de las posibles incidencias existentes en la red de Baja Tensión del usuario.

Se dispondrán dos cuadros generales, uno por inversor, en los que se instalarán las siguientes protecciones:

- **Relés:** Estos actuarán de forma que separen el campo fotovoltaico de la red de Baja Tensión del usuario:
 - Un relé de mínima y máxima tensión, de forma que las fluctuaciones de ésta se mantengan en torno a un 10 %.
 - Un relé de frecuencia que la mantenga entre 49 y 51 Hz.

Estos relés vienen incluidos dentro del módulo de los inversores.

- **Varistor:** Protege frente a sobretensiones cuyo origen puede ser atmosférico, de maniobra u otras que pudieran darse. Se instalará a la entrada del inversor.
- **Interruptor Automático Diferencial:** Para la protección contra contactos indirectos utilizaremos un interruptor automático diferencial, más concretamente un interruptor automático diferencial superinmunizado. Este interruptor efectúa una protección completa de los circuitos de distribución terminal (sobrecargas, cortocircuitos y defectos de aislamiento), así como una protección de las personas contra los contactos indirectos. Este interruptor se encuentra en la cabecera de cada cuadro general.
- **Interruptor General Automático:** Para la protección general de la instalación, se instalará en la cabecera de cada cuadro general un interruptor automático magneto-diferencial de 16 kA de poder de corte y curva C. Este interruptor, al estar en cabecera, servirá para el corte general de cada inversor presente en el generador fotovoltaico, permitiendo aislarlo del resto de la instalación de Baja Tensión del usuario. Se instalará conjuntamente con el interruptor automático diferencial formando un equipo vigi de 100 A dispuesto en la cabecera de cada cuadro general (dos en total).

5.3.5.3.- Caja general de protección y medida (CGPM)

Esta caja en realidad es un armario de tres módulos. En primer lugar, alberga un contador que mide la energía generada por la instalación solar fotovoltaica. Dicha medida debe ser indirecta, por lo que los transformadores de intensidad necesarios para realizar esa medida indirecta se disponen en otro de los módulos. Por último, el tercer módulo alberga las protecciones de la instalación (seccionador con fusibles BUC calibrados en 200A).

La CGPM se situará en intemperie, junto al Cuadro General de BT de la parcela, bajo el apoyo donde se encuentra el transformador de suministro eléctrico a la misma.

Su ubicación exacta puede verse en planos.

5.3.5.4.- Puestas a tierra

Las instalaciones solares fotovoltaicas deben estar conectadas a tierra en la parte de generación de continua, por lo que el esquema de distribución es con los dos polos aislados. Se deben colocar todas las masas metálicas a tierra, así como los varistores, de forma que la circulación de sobretensiones de origen atmosférico tenga un camino alternativo de circulación. A dicha conexión a tierra, se deben conectar los varistores, la carcasa de los inversores y los correspondientes cuadros de protección.

Con esta medida se consigue limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar las masas metálicas, permitir a los diferenciales la detección de corrientes de fuga, así como el paso a tierra de las corrientes de falta o descarga de origen atmosférico.

La puesta a tierra necesaria para esta instalación consta de dos tomas diferentes:

1. Toma de tierra para las masas metálicas (inversores y cuadros): las masas metálicas se unirán mediante cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección a las tomas de tierra de la estructura.
2. Toma de tierra para la estructura metálica: se dispondrán picas uniformemente distribuidas por la zona de paneles.

5.4.- CÁLCULOS

5.4.1.- *Cálculo de la instalación eléctrica*

5.4.1.1.- Cálculo de la sección de los conductores.

La sección de los conductores debe ser tal que se cumplan tres condiciones:

- La caída de tensión total sea inferior al 3,0% (máximos de 1,5% en la parte de continua y 1,5% en la parte de alterna).
- El conductor debe tener capacidad térmica suficiente para soportar la intensidad nominal, esto es, que no se supere la densidad máxima de corriente por unidad de superficie.
- En caso de cortocircuito, la energía pasante durante el tiempo de defecto debe ser inferior al límite máximo.

Se utilizará cable con doble aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con tensión de aislamiento 1.000 V.

Como ya se ha indicado, el campo fotovoltaico está formado por 10 grupos de 17 y 6 grupos de 16 módulos en serie cada uno ubicados sobre estructura fija tipo SOLAR BLOC en suelo, con disposición Este-Oeste.

De cada grupo de paneles saldrá un polo positivo y otro negativo, canalizándose por separado hasta llegar al inversor correspondiente (dos en total).

A la salida de los inversores se disponen los cuadros generales de fotovoltaica (uno por inversor), con un vigi de 100 A de intensidad nominal, 4 polos, sensibilidad de 300 mA, 16 kA de poder de corte y curva C para cada inversor, que actúan a modo de interruptores individualizados de cada parte de la instalación solar fotovoltaica.

Posteriormente, se realizará el paralelo de los cuadros generales en el Cuadro CG-1, desde el que partirá una línea trifásica subterránea que se conectará en la CGPM, donde se dispondrá un contador que registrará la totalidad de la energía generada por la instalación, así como un seccionador con fusibles de 200 A de intensidad nominal.

Finalmente, desde la CGPM la instalación solar fotovoltaica se conectará al Cuadro General de BT de la parcela, finalizando la instalación fotovoltaica proyectada.

Según estas distribuciones, se han realizado los cálculos de las secciones de los conductores teniendo en cuenta las caídas de tensión máximas permitidas, que para la parte de continua son del 1,5%, y para la parte de alterna del 1,5%.

Las siguientes expresiones nos dan las secciones a instalar en función de las caídas de tensión fijadas:

- En corriente continua:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} \quad P = I \cdot V$$

- En corriente alterna:

$$\text{Monofásica:} \quad e = \frac{2 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} \quad P = I \cdot V \cdot \cos\varphi$$

$$\text{Trifásica:} \quad e = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} \quad P = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos\varphi$$

Donde:

- e = Caída de tensión en Voltios
- P = Potencia en Watios
- V = Tensión en Voltios

- I = Intensidad en Amperios
- l = Longitud en Metros
- γ = Conductividad cobre en función de la temperatura que soportará el conductor, según las siguientes expresiones:

$$T = 40 + (T_{m\acute{a}x} - 40) \left(\frac{I_n}{I_{m\acute{a}x}} \right)^2$$

$$\gamma = \gamma_{20} [1 + \alpha(T - 20)]$$

Donde:

- T es la temperatura que deberá soportar el conductor, en °C
- $T_{m\acute{a}x}$ es la máxima temperatura del aislamiento (XLPE = 90°C)
- I_n es la corriente nominal que circulará por el conductor, en A
- $I_{m\acute{a}x}$ es la máxima corriente que soporta el conductor, en A
- γ_{20} es la conductividad a 20°C del Cu ($56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$) ó Al ($35,70 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$)
- α es el coeficiente de temperatura del conductor ($3,90 \cdot 10^{-3} K^{-1}$)

La siguiente tabla nos refleja, empleando las expresiones anteriores, la caída de tensión en los diferentes tramos de la instalación, junto a la longitud de dicho tramo y la corriente que circula por él.

Tramo 1: Común	Long. (m)	Imáx. (A)	Caída Tensión (%)	Tensión Trabajo (V)	Secc. a emplear por fase (mm ²)
Cableado series de paneles	25	10,15	0,304%	746,30	4 mm ² Cu
Tramo 2: Series-Inversores	Long. (m)	Imáx. (A)	Caída Tensión (%)	Tensión Trabajo (V)	Secc. a emplear por fase (mm ²)
101 a I-1	65	10,15	0,526%	746,30	6 mm ² Cu
102 a I-1	60	10,15	0,486%	746,30	6 mm ² Cu
103 a I-1	50	10,15	0,405%	746,30	6 mm ² Cu
104 a I-1	45	10,15	0,364%	746,30	6 mm ² Cu
105 a I-1	45	10,15	0,364%	746,30	6 mm ² Cu
106 a I-1	30	10,15	0,243%	702,40	6 mm ² Cu
107 a I-1	30	10,15	0,243%	702,40	6 mm ² Cu
108 a I-1	35	10,15	0,283%	702,40	6 mm ² Cu
Tramo 2: Series-Inversores	Long. (m)	Imáx. (A)	Caída Tensión (%)	Tensión Trabajo (V)	Secc. a emplear por fase (mm ²)
209 a I-2	65	10,15	0,526%	746,30	6 mm ² Cu
210 a I-2	60	10,15	0,486%	746,30	6 mm ² Cu
211 a I-2	50	10,15	0,405%	746,30	6 mm ² Cu
212 a I-2	45	10,15	0,364%	746,30	6 mm ² Cu
213 a I-2	45	10,15	0,364%	746,30	6 mm ² Cu

214 a I-2	30	10,15	0,243%	702,40	6 mm ² Cu
215 a I-2	30	10,15	0,243%	702,40	6 mm ² Cu
216 a I-2	35	10,15	0,283%	702,40	6 mm ² Cu
Tramo 3: Inversores-CG	Long. (m)	Imáx. (A)	Caída Tensión (%)	Tensión Trabajo (V)	Secc. a emplear por fase (mm²)
Inversores a Cuadros Generales de fotovoltaica	2	160,38	0,032%	400,00	35 mm ² Cu
Tramo 4: CG-2 a CG-1 (paralelo inversores)	Long. (m)	Imáx. (A)	Caída Tensión (%)	Tensión Trabajo (V)	Secc. a emplear por fase (mm²)
CG-2 a CG-1 (paralelo)	5	160,38	0,080%	400,00	35 mm ² Cu
Tramo 5: CG1-CGPM	Long. (m)	Imáx. (A)	Caída Tensión (%)	Tensión Trabajo (V)	Secc. a emplear por fase (mm²)
Cuadro General CG-1 (Paralelo inversores) a CGPM	625	160,38	1,140%	400,00	4x240 mm ² Al
Tramo 6: CGPM-CG parcela	Long. (m)	Imáx. (A)	Caída Tensión (%)	Tensión Trabajo (V)	Secc. a emplear por fase (mm²)
Caja General de Protección y Medida a Punto de Conexión (CG de la parcela)	15	160,38	0,239%	400,00	70 mm ² Cu

Se destacan en el tramo 2 las series más desfavorables, realizando con posterioridad los cálculos que justifiquen su utilización de acuerdo a la normativa.

- En corriente continua:

Con respecto a las corrientes máximas admisibles por cada una de las secciones, tenemos que, para la sección de 4 mm² de conductor unipolar de Cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,6/1 KV instalado al aire, admite una intensidad de 45,00 A según Tabla 1 de la ITC-BT-19. Aplicando los coeficientes de reducción correspondientes (0,95 por la agrupación de cables al aire), tenemos que esta sección nos soporta una intensidad de 42,75 A, muy superior a los 10,15 A que van a circular por ella.

Para la sección de 6 mm² de conductor unipolar de Cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,6/1 KV instalados en canalización en superficie, admiten una intensidad de 46,00 A según Tabla 12 de la ITC-BT-07. Aplicando los coeficientes de reducción correspondientes (0,95 por la agrupación de cables al aire), tenemos que esta sección nos soporta una intensidad de 43,70 A, superior a la intensidad que como máximo circulará por ella (10,15 A).

- En corriente alterna:

Para la sección de 35 mm² de conductor unipolar de Cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,6/1 KV instalados en canalización subterránea, que unen cada inversor con su cuadro general de fotovoltaica corresponde, admiten una intensidad de 190,00 A según Tabla 5 de la ITC-BT-07. Aplicando los coeficientes de reducción correspondientes (0,80 por canalización subterránea y 0,88 por temperatura), tenemos que esta sección nos soporta una intensidad de 133,31 A, superior a la intensidad que como máximo circulará por ella (80,19 A).

Para la sección de 4x240 mm² de conductor unipolar de Aluminio con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,6/1 KV instalados en canalización subterránea, que une la

salida del paralelo del CG1 y CG2 con la CGPM, admiten una intensidad de 1680 A según Tabla 4 de la ITC-BT-07. Aplicando los coeficientes de reducción correspondientes (0,80 por canalización subterránea, 0,88 por temperatura y 0,47 por agrupación de cables), tenemos que esta sección nos soporta una intensidad de 554,02 A, superior a la intensidad que como máximo circulará por ella (160,38 A).

Para la sección de 70 mm² de conductor unipolar de Cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,6/1 KV instalados en canalización subterránea, que une la CGPM con el punto de conexión, admiten una intensidad de 280,00 A según Tabla 5 de la ITC-BT-07. Aplicando los coeficientes de reducción correspondientes (0,80 por canalización subterránea y 0,88 por temperatura), tenemos que esta sección nos soporta una intensidad de 196,46 A, superior a la intensidad que como máximo circulará por ella (160,38 A).

Según estos cálculos, la caída de tensión total en esta instalación será:

En la parte de continua, para el caso más desfavorable:

- Zona enlace de series de paneles:

$$e = \frac{2 \cdot V \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 746,30 \cdot 10,15 \cdot 25}{56 \cdot 746,30 \cdot 4} = 2,266 V = 0,304 \%$$

- Zona enlace extremo grupos con inversor I-1, para el caso más desfavorable (serie 101):

$$e = \frac{2 \cdot V \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 746,30 \cdot 10,15 \cdot 65}{56 \cdot 746,30 \cdot 6} = 3,927 V = 0,526 \%$$

- Zona enlace extremo grupos con inversor I-2, para el caso más desfavorable (serie 209):

$$e = \frac{2 \cdot V \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 746,30 \cdot 10,15 \cdot 65}{56 \cdot 746,30 \cdot 6} = 3,927 V = 0,526 \%$$

La caída de tensión total en la parte de corriente continua, será la suma de cada grupo + extremo de grupo a inversores:

$$\%_{I-1} = 0,304 + 0,526 = \mathbf{0,830 \%$$

$$\%_{I-2} = 0,304 + 0,526 = \mathbf{0,830 \%$$

Lo que supone una caída de tensión, en ambos casos, inferior a la permitida del 1,5%.

En la parte de alterna:

De los inversores a los cuadros generales de fotovoltaica:

$$P = 50.000 \text{ W (fijada por cada inversor)}$$

$$e = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{50.000 \cdot 2}{56,00 \cdot 400 \cdot 35} = 0,128 \text{ V} \rightarrow \% = 0,032 \%$$

- Del cuadro general de fotovoltaica CG-2 al cuadro general de fotovoltaica CG-1:

$$P = 50.000 \text{ W (fijada por el inversor)}$$

$$e = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{50.000 \cdot 5}{56,00 \cdot 400 \cdot 35} = 0,319 \text{ V} \rightarrow \% = 0,080 \%$$

- Del cuadro general de fotovoltaica CG-1 (paralelo de inversores) a la CGPM:

$$P = 100.000 \text{ W (fijada por los inversores)}$$

$$e = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{100.000 \cdot 625}{35,70 \cdot 400 \cdot (4 \cdot 240)} = 4,559 \text{ V} \rightarrow \% = 1,14 \%$$

- De la CGPM al Punto de Conexión (Cuadro General de BT de la parcela):

$$P = 100.000 \text{ W (fijada por los inversores)}$$

$$e = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{100.000 \cdot 15}{56,00 \cdot 400 \cdot 70} = 0,957 \text{ V} \rightarrow \% = 0,239 \%$$

Por lo que la caída de tensión en la parte de alterna será:

$$\%_{CA} = 0,032 + 0,080 + 1,140 + 0,239 = \mathbf{1,491 \%$$

Una caída de tensión inferior a la permitida del 1,50%.

De esta forma, tenemos que la caída de tensión máxima de la instalación será de:

$$\%_{TOTAL} = 0,830 + 1,491 = \mathbf{2,321 \%$$

Inferior al 3,00%, máximo establecido por el I.D.A.E.

5.4.1.2.- Intensidad de cortocircuito

Vamos a calcular la intensidad de cortocircuito que debe soportar cada inversor. Este dato es importante, ya que nos dirá qué corriente se producirá en nuestra instalación si en un punto de ella se diera un cortocircuito. Como ya se ha indicado, los paneles han sido agrupados en 10 bloques de 17 y 6 bloques de 16 módulos en serie, distribuidos equitativamente entre los dos inversores (5 bloques de 17 y 3 bloques de 16 por inversor). Por ello, el estudio realizado para un inversor es válido para ambos.

Partiremos de las características eléctricas de los módulos, resumidas a continuación:

Módulo Risen Solar RSM156-6-445M Monocristalino

- Tensión en el punto de máxima potencia V_{mp} : 43,90 V
- Tensión en circuito abierto V_{oc} : 52,72 V
- Corriente de máxima potencia I_{mp} : 10,15 A
- Corriente en cortocircuito I_{cc} : 10,77 A

5.4.1.2.1.- Intensidad de cortocircuito

- Intensidad de cortocircuito: Es la corriente que aparece si se cortocircuitan los terminales al comienzo de ella.

$$I_{CC} = 10,77 \text{ A} \times 8 \text{ (Ramas en paralelo)} = 86,16 \text{ A}$$

- Intensidad de máxima potencia.

$$I_{PMM} = 10,15 \text{ A} \times 8 \text{ (Ramas en paralelo)} = 81,20 \text{ A}$$

- Tensión de máxima potencia.

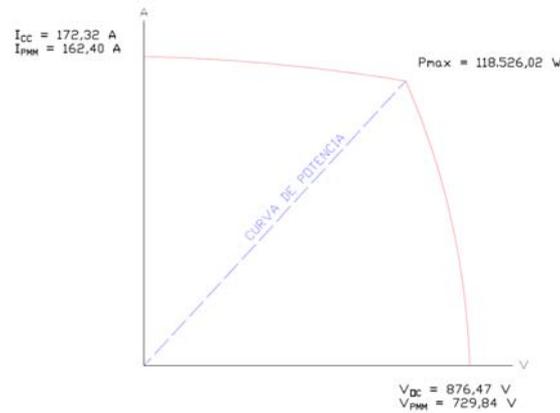
$$V_{PMM} = 43,90 \text{ V} \times \frac{17 \cdot 5 + 16 \cdot 3}{8} \text{ (Paneles en serie)} = 729,84 \text{ V}$$

- Tensión en circuito abierto.

$$V_{OC} = 52,72 \text{ V} \times \frac{17 \cdot 5 + 16 \cdot 3}{8} \text{ (Paneles en serie)} = 876,47 \text{ V}$$

5.4.1.2.2.- Curva características eléctricas de la instalación fotovoltaica

Vamos a representar los datos obtenidos en los apartados anteriores en la gráfica característica de la instalación fotovoltaica. Esta gráfica va a ser similar a las curvas características de cada panel fotovoltaico dado por el fabricante, ya que lo único que hemos hecho es tratar a cada módulo como una pila, agrupándolas según nuestras necesidades.



Curva de características eléctricas

$P_{\max}: 81,20 \cdot 2 \cdot 729,84 = 118.526,02 \text{ W}$, esto es igual que si hacemos 445 W_p de cada panel por los 266 paneles que llegan a los inversores (118.370 W_p).

5.4.1.3.- Radiación y energía generada

5.4.1.3.1.- Datos iniciales

Como se ha indicado anteriormente, el campo generador del proyecto está constituido por 266 paneles de 445 W_p , obteniendo una potencia total instalada de 118.370 W_p . La superficie ocupada por la instalación es de, aproximadamente, 600 m^2 .

Sabiendo que la orientación más adecuada para estas instalaciones es la orientación sur, es decir, acimut 0° , colocaremos los paneles solares maximizando energía y espacio, con una orientación Este-Oeste ($\pm 90^\circ$) y una inclinación de 18° .

Por su situación cuenta con los siguientes parámetros geográficos:

Latitud: $36^\circ 24' 47''$ Norte

Longitud: $05^\circ 23' 39''$ Oeste

Altitud: 30 metros

5.4.1.3.2.- Pérdidas de radiación por sombras

Dado el emplazamiento de la instalación, se ha realizado un estudio de las sombras sobre la parcela en la que irá instalado nuestro campo generador. Para ello se tomaron medidas de la misma en la fecha de máxima sombra, coincidente con el solsticio de invierno (21 de diciembre), y existen sombras producidas por los naranjos de la zona.

Es por ello, que la propiedad ha decidido talar estos naranjos para que tengan mínima influencia en la instalación fotovoltaica.

Con estos resultados, tras la eliminación de dichos naranjos, se puede decir que durante las horas de máxima radiación las sombras de los posibles obstáculos no afectan a nuestra instalación y los sombreados que puedan afectar a nuestra instalación no serán tomados en cuenta, ya que serán los producidos a últimas horas del día cuando se producen las menores radiaciones.

En el caso que nos ocupa, los paneles se colocan en parejas con disposición Este-Oeste, sin producirse sombras significativas entre ellas, salvo en las primeras y últimas horas del día, cuando la radiación es despreciable. Por ello, las pérdidas por este término se considerarán nulas.

5.4.1.3.3.- Calculo de la producción anual estimada

Para calcular la producción anual, en kWh/año es necesario conocer cuál es la energía producida por nuestra instalación. Así, según el tratado publicado por E. Lorenzo "Electricidad Solar. Ingeniería de los sistemas fotovoltaicos" la energía producida por un sistema fotovoltaico conectado a red (E), se expresa como:

$$E = P \cdot \frac{G_{ef}}{I} \cdot F_s \cdot F_r$$

Donde:

- P = Potencia nominal de la instalación, o potencia máxima que entrega el generador en las condiciones estándar de medida (CEM).
- G_{ef} = Irradiación anual efectiva que incide sobre la superficie del generador.
- I = Iluminación a la que se determina la potencia nominal de las células y generadores fotovoltaicos (1.000 W/m²)
- F_s = Factor de rendimiento que considera pérdidas por sombreado.
- F_r = Factor de rendimiento que considera las pérdidas asociadas a la conversión DC/AC.

Potencia nominal

Es la potencia pico que produce el panel en las condiciones estándar de medida (1.000 W/m² de iluminación y 25 °C de temperatura de la célula, así como una distribución espectral AM 1,5 G).

Radiación solar

Se estima que la irradiación solar incidente sobre los paneles fotovoltaicos, se realiza en tres etapas:

La predicción de la irradiación anual incidente sobre la superficie horizontal, G(0).

Se supone que coincide con el valor medio, medido en el pasado, a lo largo de un histórico que contempla al menos 20 años.

En el caso de Jimena de la Frontera, la irradiación incidente anual sobre la superficie horizontal es de 1.898 kWh/m², correspondiendo a un valor medio diario de 5,2 kWh/m².

La estimación de la irradiación anual incidente sobre una superficie inclinada de tal manera que maximice la captación de la radiación solar G ($\beta_{\text{máx.}}$).

La inclinación de la superficie óptima $\beta_{\text{opt.}}$, orientada al sur, se relaciona con la latitud Φ mediante la expresión:

$$\beta_{\text{opt.}} = 3,7 + 0,69 \Phi$$

donde ambos ángulos se expresan en grados.

Para el caso de Jimena de la Frontera (Cádiz), cuya latitud es 36°24'36" (36,40), tenemos que:

$$\beta_{\text{opt.}} = 3,7 + 0,69 \times 36,10 = 28,82 = 28^{\circ}48'58''$$

La irradiación anual sobre esta superficie óptima se estima como:

$$G(\beta_{\text{opt.}}) = G(0) \cdot [1 - 4,46 \cdot 10^{-4} \times \beta_{\text{opt.}} - 1,19 \cdot 10^{-4} \times \beta_{\text{opt.}}^2]^{-1}$$

Para el caso de Jimena de la Frontera, tomando como dato de referencia para la irradiación horizontal G(0)= 1.898 kWh/m², tenemos que la radiación sobre la superficie óptima es:

$$G(\beta_{\text{opt.}}) = 1,1257 G(0) = 2.136,58 \text{ kWh/m}^2$$

La estimación de la irradiación anual efectiva incidente sobre la superficie del generador $G_{\text{ef}}(\beta, \alpha)$.

A la hora de calcular esta irradiación hemos de considerar que, en una situación real, la cara frontal de los módulos fotovoltaicos es un simple cristal liso que, además, siempre tiene un cierto grado de suciedad. Lisura y suciedad suponen pérdidas significativas en la captación de la radiación que incide sobre los módulos con ángulos alejados de la perpendicular. Esta es la experiencia de todos, que los cristales se van comportando como espejos y van pareciendo más sucios cuanto más se los mira de lado.

Por tanto, podemos realizar la estimación de la irradiación anual efectiva incidente, con un ángulo de inclinación con respecto a la horizontal de $\beta = 18^\circ$, y un azimut o desviación con respecto al sur $\alpha = \pm 90^\circ$ (Este-Oeste).

Donde:

α = acimut (ángulo de desviación respecto al sur) de la superficie receptora ($\pm 90^\circ$)

β = inclinación respecto a la horizontal (18°)

$$\frac{G_{ef}(\beta, \alpha)}{G(\beta_{opt})} = g_1 \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + g_2 \cdot (\beta - \beta_{opt}) + g_3$$

siendo: $g_i = g_{i1} \cdot \alpha^2 + g_{i2} \cdot |\alpha| + g_{i3}$; $i = 1, 2, 3$

Los coeficientes para superficies con un grado mediano de suciedad, que se caracteriza por una pérdida de transparencia del 3% en la dirección normal de la superficie, son los reflejados en la siguiente tabla:

$T_{sucio(0)}/T_{limpio(0)} = 0,97$			
Coeficientes	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$
g_{i1}	$8 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-7}$	$-1,218 \cdot 10^{-4}$
g_{i2}	$-4,27 \cdot 10^{-7}$	$8,2 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-9}$
g_{i3}	$-2,5 \cdot 10^{-5}$	$-1,034 \cdot 10^{-4}$	0,9314

A continuación, se expone el cálculo realizado para nuestro caso:

$$g_i = g_{i1} \cdot \alpha^2 + g_{i2} \cdot |\alpha| + g_{i3}$$

$$i = 1 \quad \rightarrow \quad g_1 = g_{11} \cdot \alpha^2 + g_{12} \cdot |\alpha| + g_{13} = 0 + 0 + (-2,5 \cdot 10^{-5})$$

$$g_1 = -2,5 \cdot 10^{-5}$$

$$i = 2 \quad \rightarrow \quad g_2 = g_{21} \cdot \alpha^2 + g_{22} \cdot |\alpha| + g_{23} = 0 + 0 + (-1,034 \cdot 10^{-4})$$

$$g_2 = -1,034 \cdot 10^{-4}$$

$$i = 3 \quad \rightarrow \quad g_3 = g_{31} \cdot \alpha^2 + g_{32} \cdot |\alpha| + g_{33} = 0 + 0 + 0,9314$$

$$g_3 = 0,9314$$

$$\frac{G_{ef}(18^\circ, \pm 90^\circ)}{G(28,82^\circ)} = g_1 \cdot (\beta - \beta_{opt})^2 + g_2 \cdot (\beta - \beta_{opt}) + g_3 =$$

$$= -2,5 \cdot 10^{-5} (18 - 28,82)^2 - 1,034 \cdot 10^{-4} (18 - 28,82) + 0,9314 \approx 0,9296$$

$$G_{ef}(18^\circ, \pm 90^\circ) = 0,9296 \times G(28,82^\circ) = 0,9296 \times 2.136,58 = 1.986,15 \text{ kWh/m}^2$$

Rendimiento global

Este parámetro integra las pérdidas debidas a la temperatura de operación de las células solares y las debidas a la diversidad de fenómenos principalmente asociados al inversor. A estas pérdidas hay que añadir las debidas a la caída de tensión en el cableado entre el generador y el inversor, a la dispersión de parámetros, etc.

En definitiva, con los elementos instalados vamos a considerar un factor de rendimiento global para nuestra instalación de $Fr = 0,75$, ya que tenemos una superficie óptima y libre de sombras y asociamos un inversor de la mejor calidad.

Por tanto, con todos los datos anteriores, podemos obtener la energía producida por nuestra instalación es la siguiente:

$$\frac{I \cdot E}{P} = G_{ef}(18^\circ, \pm 90^\circ) \cdot F_s \cdot Fr = 1.986,15 \cdot 1 \cdot 0,75 = 1.489,61 \text{ h/año}$$

$$E = 1.489,61 \cdot 118,370 = 176.325,14 \text{ kWh/año}$$

5.4.2.- Estudio de la instalación mediante programa informático (NSol)

En este apartado se va a emplear un programa de cálculo para contrastar aún más los resultados, y así tener una mayor certeza a la hora de su valoración.

5.4.2.1.- Nsol

5.4.2.1.1.- Introducción

Utilizamos para ello “Nsol”. Este programa es americano y muy fiable a la hora de obtener datos, ya que son muy conservadores y poco optimistas, dando la realidad de la instalación con un sentido muy correcto.

En la figura se observa la página principal del programa en la que se introducen los datos como son: su situación (latitud, longitud, altitud), la potencia instalada, características del panel fotovoltaico, etc. El programa nos genera un análisis de la irradiación, así como los valores de energía producidos.



5.4.2.1.2.- Análisis Irradiación

El programa nos genera una tabla de resultados de la irradiación de la zona de estudio, que en este caso es Jimena de la Frontera, Cádiz.

Análisis Irradiación

Mes	Irrad Horiz (kWh/m2/d)	T.Medía (grad C)	Limpieza (KT_bar)	Inclin Factor	Irrad.Sup.FV (kWh/m2/d)
En	2,30	10,3	0,49	0,97	2,24
Feb	3,70	11,6	0,61	0,97	3,60
Mar	4,60	14,1	0,58	0,97	4,48
Abr	6,20	16,4	0,63	0,97	6,03
May	7,10	19,2	0,65	0,98	6,93
Jun	7,60	23,4	0,66	0,98	7,48
Jul	7,60	26,3	0,68	0,98	7,45
Ago	7,10	26,3	0,69	0,97	6,91
Sep	5,70	23,7	0,65	0,97	5,55
Oct	4,10	19,2	0,59	0,97	3,98
Nov	2,70	14,5	0,52	0,97	2,63
Dic	2,20	11,0	0,50	0,97	2,13
Irrad. Min					2,13
Irrad. Med					4,95

Análisis de Irradiación
Irradiación Mensual Horizontal y en Paneles



5.4.2.1.3.- Análisis Producción

El programa nos genera una tabla de resultados de producción de la zona de estudio para las características del sistema en cuestión, como son el tipo de placa, paneles en serie y en paralelo, número de paneles, potencia de los inversores, etc.

Resumen Sistema

Panel FV

Tipo: RSM-6-445M Pot. Nom: 445
 Voc: 52,72 Vtip: 43,90
 Icc: 10,77 Itip: 10,15

Camp. FV

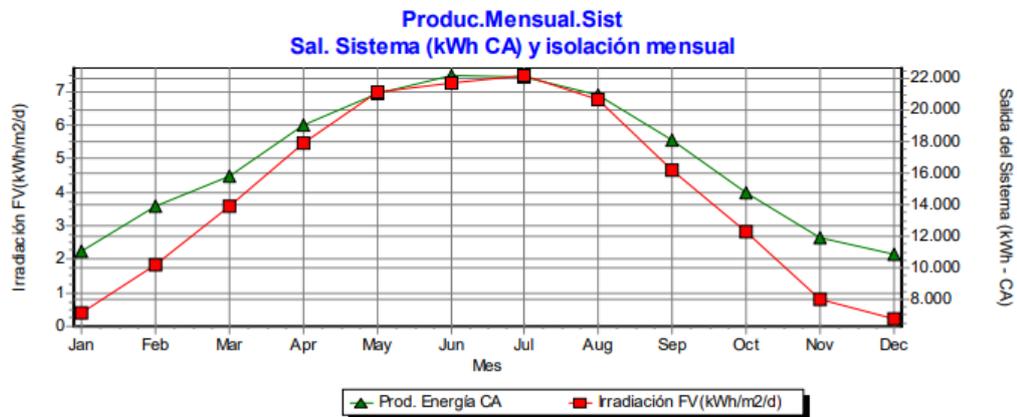
Paneles: 266 # Serie: 19
 Pot. Nom: 118,4kWp # Paralelo: 14
 Tens. MPP: 834

Inversor

Tipo: AROS SIRIO K50TL (x2)
 Pot (kW): 100,0 kW
 Tensión CA: 415AC / 3Fase

Sist. Con a Red, Análisis Energía Generada

Mes	Irrad.Sup.FV (kWh/m2/d)	T.Medía (grad C)	Sal. Paneles (WhDC/day)	Pérdidas (%)	Sal. Paneles (kWhCC/me)	Sal.Sistema (kWhCA/me)	Ef. Inversor (%)
En	2,24	10,3	1.003	12	7.276	7.130	98
Feb	3,60	11,6	1.593	12	10.439	10.230	98
Mar	4,48	14,1	1.963	12	14.245	13.961	98
Abr	6,03	16,4	2.604	12	18.288	17.922	98
May	6,93	19,2	2.968	12	21.537	21.106	98
Jun	7,48	23,4	3.161	12	22.195	21.751	98
Jul	7,45	26,3	3.122	12	22.653	22.200	98
Ago	6,91	26,3	2.902	12	21.059	20.638	98
Sep	5,55	23,7	2.356	12	16.543	16.212	98
Oct	3,98	19,2	1.725	12	12.520	12.270	98
Nov	2,63	14,5	1.162	12	8.161	7.997	98
Dic	2,13	11,0	954	12	6.921	6.783	98
kWh Anuales						178.201	



Como se puede apreciar, la producción está calculada para un rendimiento global de la instalación de:

- Rendimiento instalación: 88%
- Rendimiento inversor: 98%
- Rendimiento global: $0,88 \cdot 0,98 = 0,8624 \rightarrow 86,24 \%$

6.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

6.1.- ANTECEDENTES

Se prescribe el presente Estudio de Gestión de Residuos, como anejo al presente proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El presente estudio se redacta por encargo expreso del Promotor, y se basa en la información técnica por él proporcionada. Su objeto es servir de referencia para que el Constructor redacte y presente al Promotor un Plan de Gestión de Residuos en el que se detalle la forma en que la empresa constructora llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en cumplimiento del Artículo 5 del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por el Promotor, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

6.2.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

En la siguiente tabla se indican las cantidades de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra. Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Los tipos de residuos corresponden al capítulo 17 de la citada Lista Europea, titulado “Residuos de la construcción y demolición” y al capítulo 15 titulado “Residuos de envases”. También se incluye un concepto relativo a la basura doméstica generada por los operarios de la obra.

Los residuos que en la lista aparecen señalados con asterisco (*) se consideran peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE.

La estimación de pesos y volúmenes de los residuos se realiza a partir del dato de la superficie total aproximada de la instalación, que en este caso es:

$$S = 600 \text{ m}^2$$

6.3.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa. Entre ellos predominan los residuos precedentes del transporte del material a obra en pallets. Para este tipo de residuos no se prevé ninguna medida específica de prevención más allá de las que implica un manejo cuidadoso.

En este sentido, el Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al “gestor de residuos” correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

6.4.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

En la tabla siguiente se indican los tipos de residuos que van a ser objeto de entrega a un gestor de residuos, con indicación de la frecuencia con la que su retirada deberá llevarse a cabo.

CÓDIGO	RESIDUOS A ENTREGAR A UN GESTOR	FRECUENCIA
17 02 01	Madera	ESPORÁDICA
17 02 03	Plástico	ESPORÁDICA
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	ACELERADA
17 04 07	Metales mezclados	ACELERADA
17 04 10 *	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	ACELERADA
17 04 11	Cables distintos a los especificados en el código 17 04 10	ACELERADA
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	ESPORÁDICA
15 01 06	Envases mezclados	ESPORÁDICA
15 01 10 *	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	ACELERADA
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	ACELERADA (1)

La frecuencia ESPORÁDICA puede consistir en la retirada de los residuos cada vez que el contenedor instalado a tal efecto esté lleno; o bien de una sola vez, en la etapa final de la ejecución del edificio.

La frecuencia ACELERADA indica que los residuos se irán retirando separadamente (preferiblemente cada día) a medida que se vayan generando. A esta categoría corresponden los residuos producidos por la actividad de los subcontratistas.

(1) – La basura doméstica generada por los operarios de la obra se llevará diariamente a los contenedores municipales.

6.5.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Dado que las cantidades de residuos de construcción y demolición estimadas para la obra objeto del presente proyecto son inferiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 5 del artículo 5 del RD 105/2008, no será obligatorio separar los residuos por fracciones.

No obstante, los residuos de las categorías a las que se ha asignado una eliminación ACELERADA se retiraran de la obra separadamente, de acuerdo con sus características.

Aquellos a los que se ha asignado una eliminación de tipo ESPORÁDICO, podrán ser almacenados en un contenedor temporal de modo conjunto.

Los residuos previstos para VALORIZAR en la obra para la creación de rellenos se irán vertiendo progresivamente en las zonas señaladas para ello.

6.6.- PLANO DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA

En rojo se ve la zona donde está previsto el almacenamiento, manejo y separación de residuos.



6.7.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

- Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar, por parte del contratista, la realización de una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.
- En la contratación de la gestión de los RCDs se deberá asegurar que los destinos finales (Planta de reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de reciclaje de plásticos y/o madera...) sean centros autorizados. Así mismo el Constructor deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un control documental, de modo que los transportistas y los gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.
- Se deberá aportar evidencia documental del destino final para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración.
- Los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...) serán gestionados de acuerdo con los preceptos marcados por la legislación vigente y las autoridades municipales.

6.8.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA

El coste previsto para la manipulación y el transporte de los residuos de construcción y demolición de la obra descrita en el presente proyecto está incluido en cada uno de los costes de las unidades y partidas de obra, al haberse considerado dentro de los costes indirectos de éstas.

No obstante, en el Presupuesto del Proyecto se ha incluido un capítulo independiente, en el que se valora el coste previsto para la gestión de esos mismos residuos dentro de la obra, entendiendo como tal gestión a la elaboración del Plan de gestión de los RCDs, su discriminación para impedir la mezcla de residuos de distinto tipo, el almacenamiento y mantenimiento de los mismos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, y su posterior valorización y/o entrega de los RCDs al Gestor de residuos de construcción y demolición contratado para desarrollar esa función.

VALLADOLID, Septiembre de 2021

Fdo: David Conrado Choya
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 15038 COIIM

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1.- PLIEGO CONDICIONES INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	3
1.1.- RECONOCIMIENTO Y ADMISIÓN DE LOS MATERIALES	3
1.2.- NORMATIVA VIGENTE	4
1.2.1.- <i>Normas específicas de carácter general</i>	5
1.2.2.- <i>Prescripciones y normas técnicas de carácter general</i>	5
1.2.3.- <i>Potencia máxima de las centrales interconectadas</i>	5
1.2.4.- <i>Puesta a tierra de las centrales</i>	5
1.2.5.- <i>Armónicos</i>	6
1.2.6.- <i>Protecciones</i>	6
1.2.6.1.- Condiciones generales.....	6
1.2.6.2.- Condiciones para la reconexión de centrales a la línea de la empresa eléctrica	6
1.2.6.3.- Protecciones específicas para diversos tipos de centrales	7
1.2.7.- <i>Dispositivos y protecciones para centrales de autogeneración y minicentrales</i> 7	7
1.3.- CONDICIONES PARTICULARES	7
1.3.1.- <i>Módulos fotovoltaicos</i>	7
1.3.2.- <i>Inversor</i>	8
1.3.3.- <i>Instalación eléctrica y protecciones</i>	10
1.3.3.1.- Cableado y cajas protectoras.....	10
1.3.3.2.- Secciones de los conductores y caídas de tensión	10
1.3.3.3.- Conductores de protección	11
1.3.3.4.- Protecciones	11
1.3.3.5.- Tubos protectores	12
1.3.4.- <i>Puesta a tierra</i>	12
1.3.4.1.- Resistencia de tierra	12
1.3.4.2.- Naturaleza y secciones mínimas.....	13
1.4.- MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN	13
1.4.1.- <i>Prescripciones específicas en orden a la seguridad e higiene en el trabajo</i> 14	14
1.4.2.- <i>Señalización de las obras</i>	14
1.4.3.- <i>Condiciones de las medidas de protección</i>	15
1.4.4.- <i>Protecciones personales</i>	15
1.5.- MODIFICACIONES EN EL PROYECTO.....	15
1.5.1.- <i>Subcontrataciones</i>	16
1.6.- CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA	16
1.7.- EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	17
1.7.1.- <i>Condiciones económicas de la ejecución</i>	17

1.7.2.- Cronograma.....	18
1.7.3.- Obras defectuosas o incompletas.....	19
1.7.4.- Rescisión de contratos y sanciones.....	19
1.8.- RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	20

1.- PLIEGO CONDICIONES INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Lo mencionado en este Pliego de Condiciones y omitido en los Planos o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos.

Las omisiones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en la Memoria, los Planos y este Pliego de Condiciones, o que por su uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no exime al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificadas en los documentos aludidos anteriormente.

Son objeto de esta contrata todos los trabajos de los diferentes oficios que intervienen para la total realización del proyecto de Instalación Solar Fotovoltaica de 100 kW para autoconsumo sin venta de excedente en el suelo de una parcela situada en Polígono 9, Parcela 30, La Herradura, Jimena de la Frontera (Cádiz), incluidos todos los materiales y medios auxiliares con estricta sujeción a los documentos que constituyen el mismo, hasta la total terminación de la instalación.

En cuanto a los medios auxiliares, el contratista debe proporcionar todos los materiales de apeos y apuntalamiento, utensilios, herramientas, maquinaria, etc., necesarios para la realización de estas obras, y todas ellas en disposición de ser empleados en cualquier momento y en condiciones de seguridad.

Este Pliego de Condiciones, juntamente con la Memoria del presente proyecto, ha de considerarse condiciones facultativas y técnicas del presente Pliego de Condiciones.

1.1.- RECONOCIMIENTO Y ADMISIÓN DE LOS MATERIALES

Las actuaciones a realizar y los materiales a emplear, cumplirán lo reseñado en las Instrucciones, Pliegos y Normas legales mencionadas en este documento, así como cualquier otra que haya sido omitida o actualizada y que afecte a cualquier aspecto de la obra. Cumplirán además las prescripciones específicas de este Pliego de Condiciones.

No se utilizarán materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Jefe de Proyecto o Director de Obra.

Deberán realizarse los análisis y ensayos que indique el Jefe de Proyecto o Director de Obra, incluso aunque no estén especificados en este Documento, corriendo los costes derivados por cuenta del proveedor.

Todas las unidades que se caractericen por algún nuevo sistema o método técnico para su ejecución, o empleen nuevos materiales no previstos en este Pliego de Condiciones, se ejecutarán con arreglo a las instrucciones que para cada caso disponga la Dirección Facultativa, y en cualquier caso cumplirán las condiciones de utilización prescritas por los fabricantes del material o sistema, si no existiera el Documento de Idoneidad Técnica, que

tendrá siempre prioridad en sus especificaciones, salvo orden expresa del Ingeniero Director de la Dirección Facultativa, que prevalecerá sobre ellas.

El Contratista tiene libertad para obtener los materiales de los lugares que juzgue conveniente quedando, en todo caso, obligado a que estos cumplan las condiciones generales y particulares exigidas en este Pliego. Como consecuencia, los materiales procederán de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobadas por el Ingeniero Director.

Los materiales no especificados en el Pliego no podrán ser utilizados sin previa autorización de la Dirección de Obra, la cual podrá rechazarlos razonablemente si a su juicio no cumplen las cualidades requeridas para su finalidad.

1.2.- NORMATIVA VIGENTE

La ejecución del proyecto se ajustará a las Condiciones Técnicas y a la normativa vigente que rige para este tipo de instalaciones, y que se inscriben dentro del marco normativo siguiente:

- Ley 24/2013 del Sector Eléctrico.
- Real Decreto - Ley 15/2018, de 5 de Octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1699/2011, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Decreto 127/2003, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León.
- Real Decreto 842/2002, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Si las prescripciones referidas a un mismo objeto fueran conceptualmente incompatibles o contradictorias, prevalecerán las de este Pliego sobre las de Disposiciones Generales citadas, salvo autorización expresada por escrito del Ingeniero Director de Obra.

El contratista, además, vendrá obligado a cumplir con la legislación vigente a nivel comunitario, nacional, regional o local, en el lugar en que se realiza la obra (Jimena de la Frontera, Cádiz).

Si se produce alguna diferencia de grado entre los términos de una prescripción de este Pliego y los de otra prescripción análoga, será de aplicación la más exigente.

1.2.1.- Normas específicas de carácter general

Al solicitar a la empresa eléctrica los datos para proyectar las instalaciones de conexión, el titular de la central deberá comunicar a la empresa eléctrica el número, la potencia y el tipo de los generadores, así como los datos necesarios para calcular las corrientes de cortocircuito y la potencia máxima que prevé entregar. La empresa eléctrica deberá proporcionar al titular de la central en proyecto, el punto y tensión de conexión a la red, la potencia máxima y mínima de cortocircuito y, si existe reenganche automático, sus datos de funcionamiento.

1.2.2.- Prescripciones y normas técnicas de carácter general

El funcionamiento de la central no deberá provocar en la red pública averías, disminuciones de las condiciones de seguridad, ni alteraciones superiores a las admitidas por los Reglamentos en vigor que afecten a los demás abonados.

La tensión generada por las centrales será prácticamente sinusoidal, con objeto de evitar efectos perjudiciales en los equipos de baja impedancia a altas frecuencias (baterías de condensadores, etc.) y equipos electrónicos, informáticos y de telecomunicación.

En caso de apertura del interruptor automático de la empresa eléctrica correspondiente a la línea a la que se conecte una central, ésta no deberá mantener tensión en la red de la compañía, y si la pudiera mantener por ir equipado de generadores síncronos o asíncronos autoexcitados, se montará por parte de la central un sistema de teledesconexión de la central desde la subestación o centro de transformación de la compañía a la que se conecte la central.

1.2.3.- Potencia máxima de las centrales interconectadas

Se podrán conectar a red pública generadores de corriente continua a través de inversores trifásicos conmutados por la red, hasta una potencia total de 100 kVA, siempre que dicha potencia no exceda la mitad de la capacidad de transporte de la línea del centro de transformación a la que se conecta la central.

1.2.4.- Puesta a tierra de las centrales

La puesta a tierra de las centrales interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa eléctrica.

Cuando por fallo de la red u otra causa la central trabaje aislada de la red de la empresa eléctrica, el neutro del generador se conectará automáticamente a una toma de tierra propia de la central prevista para este fin.

Para la protección de las instalaciones de la central se establecerá un dispositivo de detección de la corriente que circula por la conexión de los neutros de los generadores al neutro de la empresa eléctrica con un sistema de disparo adecuado para la desconexión si se sobrepasa la corriente admisible.

1.2.5.- Armónicos

La forma de onda de la señal producida por el inversor debe ser lo más parecida posible a una onda senoidal. Se debe evitar o eliminar la presencia de armónicos elevados en las ondas de tensión y de intensidad. Las centrales no deberán inyectar armónicos en la red que eleven su nivel a valores no admisibles.

La existencia de armónicos autoriza a la empresa eléctrica a desconectar de la red la central que lo origina, previa autorización del órgano competente de la administración que podrá ordenar la inmediata desconexión o el establecimiento de un plazo previo para la eliminación del defecto.

1.2.6.- Protecciones

El sistema de protección incluye las protecciones propias de la instalación como sistema generador de energía coordinadas con las protecciones en conexión con la de abonado.

1.2.6.1.- Condiciones generales

Las centrales conectadas a redes públicas irán equipadas de protecciones para garantizar que las faltas internas de la instalación no perturben el correcto funcionamiento de las redes que están conectadas, tanto en la explotación normal como durante un incidente. Por ello, todas las centrales interconectadas, irán equipadas de un interruptor de desacoplamiento de funcionamiento automático y manual, accesible permanentemente al personal de la empresa eléctrica.

Las centrales llevarán protecciones adecuadas para reducir los daños en sus propias instalaciones como consecuencia de los defectos internos. Estas protecciones se ajustarán a lo establecido en los reglamentos electrotécnicos.

1.2.6.2.- Condiciones para la reconexión de centrales a la línea de la empresa eléctrica

La reconexión de la central a la red no se hará hasta que no exista una tensión superior al 85% de la nominal y haya transcurrido un tiempo no inferior a tres minutos. Si la central tuviera varios generadores la reconexión de los mismos se hará escalonadamente con intervalos no inferiores a diez segundos.

1.2.6.3.- Protecciones específicas para diversos tipos de centrales

Las centrales con generadores de corriente continua conectadas a la red a través de un inversor conmutado por la red, llevarán las mismas protecciones que las de las centrales con generadores síncronos conectadas a través de inversores, pero cambiando las protecciones específicas del alternador por las del generador de corriente continua.

En el cuadro que sigue se establecen los dispositivos y protecciones necesarias a instalar en estas centrales según su potencia y tensión.

1.2.7.- Dispositivos y protecciones para centrales de autogeneración y minicentrales

Centrales conectadas a red de Baja Tensión de la compañía (Potencia \leq 100 kVA).

RELÉS (1)	REGULACIÓN	OBJETO DE LA PROTECCIÓN
Equipo de protección de la interconexión		
Un interruptor automático con relés directo de sobreintensidad y magnetotérmicos		Protección de defectos.
Un relé de mínima tensión instantánea. (1)	0,85 V_m	
Un relé de máxima tensión instantánea. (2)	1,1 V_m	Protección de defectos y marcha anormal aislado de la red de la compañía.
Un relé de máxima y mínima frecuencia.	49 a 51 Hz	Marcha anormal separada de la red de la compañía. El disparo de estos relés se hará después de que las de frecuencias citadas hayan permanecido más de 5 periodos.

(1) La alimentación de los relés se tomará entre fase y neutro, entre el equipo de medida y el equipo de desconexión.

(2) El reenganche no se podrá realizar hasta que el rearme no se haga manualmente.

1.3.- CONDICIONES PARTICULARES

1.3.1.- Módulos fotovoltaicos

La normativa relativa a este concepto es la siguiente:

- UNE-EN-60904-1 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: Medida de la característica intensidad-tensión de los módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN-60904-2 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de células solares de referencia.
- UNE-EN 60904-3 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: Fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.

- UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino.
- UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada.

Los módulos fotovoltaicos estarán en perfecto estado y correctamente embalados en el momento de la recepción. No presentarán abolladuras ni golpes en ninguna de las partes que los constituyen, ni defectos de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Las conexiones se realizarán en el interior de una caja estanca, con grado de protección IP-65, que contendrá además diodos de paso (by-pass).

Las células estarán en perfecto estado, no presentando grados de decoloración importantes perceptibles a simple vista.

Deberán estar homologados, cumpliendo las normas (RD 2313/1985 y RD 105/1988) en las que se establecen las condiciones generales y especificaciones técnicas de ensayo de la homologación de los dispositivos fotovoltaicos, realizados por un laboratorio acreditado.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre ó logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación. 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 $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

1.3.2.- Inversor

Previo a la aceptación del equipo, es necesario verificar su correcto funcionamiento y la validez de sus parámetros de funcionamiento, mediante los ensayos y pruebas siguientes:

- Tensiones máximas y mínimas de entradas y salida.
- Potencia máxima de cortocircuito.
- Tiempo mínimo de reenganche automático por fallo en la red.
- Variaciones máximas admisibles en la tensión de red 10%.
- Variaciones máximas admisibles en la frecuencia de la red $\pm 1\text{Hz}$.
- Factor de potencia.
- Protección frente a comportamiento en isla.
- Protección frente a inversión en la polaridad.
- Protección frente a sobretensiones de origen atmosférico.
- Funcionamiento del sistema de seguimiento del Punto de Máxima Potencia.

- Desconexión automática del campo generador y de la red.
- Transformador de aislamiento galvánico de la red.
- Deberá presentar un rendimiento adecuado.
- Su tasa de distorsión armónica total será inferior a 5% THD.
- Medida de ruido.
- Perturbaciones electromagnéticas, tanto conducidas como radiadas.

El requisito fundamental que se le exige al inversor es que se dispare o desconecte de la red ante la mínima falta de ésta o del propio inversor. Este punto es fundamental para la seguridad y protección de las personas y de la propia instalación.

Será del tipo conexión a la red eléctrica con una potencia de entrada variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico pueda proporcionar a lo largo de cada día.

El inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo. Además, incorporará controles manuales para su encendido y apagado, así como su desconexión tanto de la parte de continua como de la de alterna.

El inversor soportará condiciones de funcionamiento que excedan un 10% de la irradiancia establecida en condiciones estándar, así como picos superiores en un 30% durante 10 s.

Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente, siendo estos valores medios incluyendo el transformador de salida si lo hubiera.

El autoconsumo del inversor en modo durmiente o en espera, será inferior al 0,5% de su potencia nominal.

El factor de potencia de la energía entregada deberá ser superior al 0,95 entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.

Tendrán un grado de protección mínima IP 30.

El inversor debe tener unos márgenes de temperatura de funcionamiento entre 0°C y 40°C, así como una humedad inferior al 85%.

La tasa de distorsión armónica total THD de la señal de salida será inferior al 5%

El disparo se debe llevar a cabo tras el análisis de los parámetros más relevantes de la red, en caso de que los valores obtenidos excedan los límites normales de funcionamiento.

1.3.3.- Instalación eléctrica y protecciones

1.3.3.1.- Cableado y cajas protectoras

El cableado de cada grupo de módulos deberá ser marcado en sus extremos de entrada al inversor con su número de grupo (101 a 108 y de 209 a 216).

Asimismo, el inversor debe marcarse de manera visible con su nombre y el signo de los polos que recogen (+, -).

La longitud de los cables será tal que no se generen esfuerzos en los diversos elementos ni haya posibilidad de enganche por el tránsito normal de objetos o personas.

Todo el cableado será con doble aislamiento y adecuados para su uso en intemperie, al aire o enterrados de acuerdo con la norma UNE 21123.

1.3.3.2.- Secciones de los conductores y caídas de tensión

Los conductores activos, si son rígidos, podrán ser tanto de cobre como de aluminio, pero si son flexibles, solo se admitirán de cobre.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3% (1,5% en la parte de continua y 1,5% en la de alterna) de la tensión nominal en el origen de la instalación. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los receptores de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Las tolerancias admitidas en la sección real serán de 3% en más y 1,5% en menos, entendiéndose por sección la media de la medida de varios puntos de un rollo.

Si en un único punto de la sección es de 3% menor que lo normal, el conductor no será admitido.

Las secciones mínimas serán de 1,5 mm².

Los hilos y cables sencillos serán de cobre estañado con aislamiento que cumpla las condiciones del artículo siguiente:

- Serán todos procedentes directamente de fábrica, desechándose los que acusen deterioro por el mal trato, picaduras y otros defectos en su envoltura exterior.
- Los cables o hilos aislados, tendrán las secciones que indican los planos, o las que designe el Director de Obra.

1.3.3.3.- Conductores de protección

La capacidad térmica del conductor se determinará en condiciones normalizadas, para posteriormente ajustarlas a las condiciones de trabajo a través de unos coeficientes de corrección. Se considerarán que están aislados con una tensión nominal de aislamiento de 1.000 V, en canalizaciones fijas y a una temperatura de 40°C.

La sección de los conductores de protección se debe acomodar al valor que tienen los conductores activos, no siendo nunca inferior su sección a 2,5 mm². En caso de defecto franco, las protecciones deberán actuar antes de que el conductor de protección alcance una temperatura de 90°C.

El aislamiento que deben presentar es el mismo que el del resto de conductores activos e irán en la misma canalización. Además, su conexionado se realizará por medio de empalmes soldados, sin empleo de ácido, o bien por medio de piezas de conexión con apriete por rosca, de material inoxidable y en el caso de empleo de tornillos, se proveerá de un sistema antiafloje.

1.3.3.4.- Protecciones

Todo circuito estará protegido contra los defectos de las sobrecargas que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobrecargas previsibles.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas de intensidad – tiempo adecuadas.

Frente a los cortocircuitos se habilitará una doble protección. Por un lado, los interruptores automáticos y por otra los fusibles conectados en el polo positivo de cada circuito. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los fusibles serán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido contruidos.

Se realizará la correspondiente selectividad entre los diferentes dispositivos de protección, de forma que, ante cualquier defecto, éste sea aislado y confinado a su zona de influencia, no afectando al resto de elementos de la instalación. La separación entre las diferentes partes de la instalación se realizará a través del empleo de cortocircuitos-fusibles, así como interruptores automáticos, siendo seccionadores en la parte de alterna.

Se dispondrá de protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia en unos valores de ± 1 Hz y de máxima y mínima tensión de más un 10% y menos un 15% con respecto a la tensión nominal, para cada una de las fases a las que se conecte la instalación. Se permitirá que estas protecciones estén incluidas en el inversor, no siendo necesaria su duplicación en este último caso.

1.3.3.5.- Tubos protectores

La distribución de los cables desde la instalación fotovoltaica hasta el inversor y posteriormente a su enganche a red se realizará a través de tubos aislantes fabricados en material plástico, o resinas sintéticas (polivinilo). El diámetro de estos viene expresado en la tabla correspondiente en función del número, clase y sección de los conductores, y tendrá una tolerancia del 5% en el diámetro.

El diámetro de los tubos será tal que los conductores no ocupen nunca más de la mitad de la sección del tubo y puedan sustituirse con facilidad.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo son los indicados en la Tabla VI de la ITC-BT-21.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que, en tramos rectos, no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

1.3.4.- Puesta a tierra

El cálculo e instalación de los circuitos de puesta a tierra se basa en la normativa incluida en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias, en particular en la ITC-BT-18.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualesquiera que sean éstos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará por derivaciones desde éste.

1.3.4.1.- Resistencia de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.

- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones del emplazamiento no permitieran este hecho, se asegurará que el tiempo de desconexión es inferior al límite establecido en la curva de seguridad, tiempo – tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la parte de alterna como de la continua, estarán conectados a una misma tierra, que será independiente de la del neutro de la compañía distribuidora.

1.3.4.2.- Naturaleza y secciones mínimas

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

- La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación, no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de duración de la falta, el cual sólo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por las características de los dispositivos de corte utilizados.
- De cualquier forma, los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm² de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm² para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm² o 35 mm² según el caso.

1.4.- MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Como elemento primordial de seguridad, se establecerá toda la señalización necesaria durante el desarrollo de las obras, así como en su posterior explotación, haciendo referencia, bien a peligros existentes, o a las limitaciones de las estructuras.

Para ello se atenderá a lo establecido en el Real Decreto sobre Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, (R.D. 485/1997 de 14 de abril, B.O.E. nº 97 de 23 de abril de 1997).

Asimismo, se determinarán los dispositivos necesarios de control y de alarma para la fase de explotación, que deberá dejarse en perfecto funcionamiento a la terminación de las obras.

1.4.1.- Prescripciones específicas en orden a la seguridad e higiene en el trabajo

El Contratista está obligado a tener asegurado a todo el personal que intervenga directa o indirectamente en las mismas.

Asimismo, estará enterado de lo que dispone la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (31/1995) de fecha 8 de noviembre de 1995.

Es obligación del Contratista cumplir las disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción, aprobado por Real Decreto 1627/1997, y cuantos Reglamentos en materia de seguridad e higiene en el trabajo fueran de pertinente aplicación en los lugares en los que la empresa desarrolle sus actividades laborales.

El Jefe de Obra, como profesional con título oficial expedido por la Escuela Profesional del Estado y con mando directo sobre los Encargados y Capataces de las obras a su cargo, tendrá la responsabilidad de la obra, tanto en su aspecto técnico como en el mantenimiento de la disciplina y seguridad del personal que trabaje en la misma.

No obstante, y en orden a una mayor seguridad del personal a pie de obra, y con el fin de evitar imprudentes conductas, que den lugar a faltas de cumplimiento de seguridad, se hace absolutamente necesario prescribir medidas de garantía y seguridad que eviten, al poner una mayor diligencia y cuidado, accidentes que pudieran poner en peligro la integridad física del personal.

Con este fin se dispone de los Jefes de Obra, Encargados y Capataces, principalmente personas que por su capacidad, preparación técnica y permanencia en la obra pueden exigir y velar de forma permanente por el cumplimiento de lo ya regulado en relación con las normas de seguridad e higiene en la Industria de la Construcción, y evitar la conducta negligente o descuidada, la falta de responsabilidad o preparación técnica de los empleados.

1.4.2.- Señalización de las obras

La señalización de las obras durante su ejecución se hará teniendo en cuenta las consideraciones expuestas en la Orden Ministerial de 14 de marzo de 1960 y las aclaraciones complementarias que se recogen en la O.M. nº 67-1-1960 de la Dirección General de Carreteras, siempre que no interfieran con el Real Decreto 485/97 sobre señalización.

El Director de Obra ratificará o rectificará el tipo de señal a utilizar, conforme a las normas vigentes en el momento de la realización del proyecto, siendo de cuenta y responsabilidad del Contratista el establecimiento, vigilancia y conservación de las señales que sean necesarias.

El Contratista señalará la existencia de zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a todas las personas ajenas a la obra y vallará toda la zona de peligro, debiendo establecer la vigilancia necesaria, en especial por la noche, para evitar daños al tráfico y a las personas que hayan de atravesar la zona de las obras.

1.4.3.- Condiciones de las medidas de protección

Todos los elementos de protección tendrán fijado un plazo de utilización según homologación, desechándose a su término.

Cuando, por circunstancias de trabajo, se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se cambiará por una nueva independientemente de la duración prevista.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, un accidente), será desestimado y reemplazado por otro nuevo inmediatamente.

Todas aquellas prendas que por su uso tengan más anchura o tolerancia de las admitidas por el fabricante, serán reemplazadas inmediatamente.

El uso de las prendas de vestir o equipo de protección nunca presentará un riesgo en sí mismo.

1.4.4.- Protecciones personales

Todo elemento de protección personal se ajustará al R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.5.- MODIFICACIONES EN EL PROYECTO

El Contratista está obligado a presentar, para su aprobación, y antes del comienzo de las obras, un programa de trabajo con especificación de los plazos parciales y fecha de terminación de las distintas unidades de obra compatible con el plazo de ejecución.

Una vez aprobado, se incorporará al Pliego de Condiciones del proyecto.

El Ingeniero Director de la Dirección Facultativa podrá introducir en el Proyecto antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para su correcto desarrollo, aunque no se hayan previsto en el Proyecto y siempre que lo sean sin separarse de su espíritu y recta interpretación. También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y aún supresión de las cantidades de obra, marcadas en el Presupuesto, o sustitución de algún elemento por otro, siempre que ésta sea de las comprendidas en el Contrato. Todas ellas deberán recogerse en la Dirección de Obra.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista siempre que, a los precios del contrato, sin ulteriores revisiones, no alteren el Presupuesto de Adjudicación en más de un veinte por ciento, tanto por exceso como por defecto.

En este caso, el Contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios, ni a la indemnización de ningún género por supuesto perjuicios que le puedan ocasionar las modificaciones en el número de unidades de obra o en el plazo de ejecución.

No se ha establecido fórmula de revisión de precios, al ser el plazo de ejecución estimado inferior a un año.

1.5.1.- Subcontrataciones

El Contratista podrá dar destajo o en subcontrato cualquier parte de la instalación, pero con la previa autorización del Ingeniero Director de la Dirección Facultativa.

La obra que el Contratista pueda dar a destajo, no podrá exceder el 25% del valor total de cada contrato, salvo autorización expresa de la Dirección Facultativa. Además, éste podrá decidir la exclusión de un destajista por solo ser éste incompetente o no reunir las condiciones necesarias. Comunicada esta decisión al Contratista, éste deberá tomar las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de este trabajo.

El Contratista será siempre responsable ante el Director de Obra de todas las actividades del destajista y de las obligaciones derivadas del cumplimiento de las condiciones fijadas en este Pliego.

1.6.- CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA

El Contratista queda comprometido a conservar por su cuenta, hasta que sean recibidas provisionalmente, todas las obras que integran el Proyecto.

Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía que se establezca, a partir de la fecha de la recepción provisional. Durante este plazo deberá realizar cuantos trabajos sean precisos para mantener las obras ejecutadas en perfecto estado, de acuerdo con lo dispuesto en el Pliego de Condiciones.

Una vez que las obras hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios, habilitados de manera temporal para el servicio de la obra, deberán ser removidos, y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas, acordes con el paisaje circundante.

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos directos por su realización.

1.7.- EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.7.1.- Condiciones económicas de la ejecución

Son de cuenta del Contratista, como ya se ha indicado en párrafos anteriores (considerándose incluidos en los precios del proyecto y sin derecho a indemnización alguna), los gastos que se ocasionen con motivo de recepción de materiales, su ensayo o reconocimiento, agua y acometida de agua para la ejecución de la obra, electricidad y acometida eléctrica para la misma finalidad, medios auxiliares de elevación, transporte, herramientas y todo cuanto sea necesario para la ejecución de las obras contratadas, así como replanteos, vallas, oficinas de obras, guarda y cualquier arbitrio municipal, impuestos o gravámenes que estén establecidos o se establezcan durante la ejecución de las obras contratadas, y por razón de las mismas, solamente, y en ésta última parte podrán ser repercutibles sobre la Propiedad aquellos que por la legislación vigente esté expresamente autorizada la repercusión.

El abono de las unidades de obra presupuestadas, se efectuará de acuerdo con los precios de proyecto, o en su defecto con las partes de jornales y materiales empleados a previa justificación antes de ser realizada, según el procedimiento tradicional para la fijación de precios contradictorios.

Las ayudas a oficios o instalaciones fijadas en un porcentaje sobre el costo del oficio o instalación correspondiente, se abonarán manteniéndose el porcentaje que estuviera establecido en el presupuesto del proyecto. Estas ayudas representan y están destinadas a sufragar el coste de la obra necesario para ejecutar las instalaciones y oficios conforme se indica en el Pliego de Condiciones de conformidad con las normas NTE y cualesquiera otras y reglamentos en vigor.

Si durante el contrato de obras, la Propiedad resolviera introducir modificaciones en el proyecto que supusieran la introducción de unidades de obra no comprendidas en el contrato, los nuevos precios unitarios serán fijados contradictoriamente entre la Dirección Facultativa de la obra y el contratista a la vista de los precios contratados de unidades análogas, y en su defecto se estudiará su descomposición, teniendo en cuenta el coste de los materiales y el de la mano de obra habido su reconocimiento.

Las unidades de obra se certificarán cuando estuvieran totalmente terminadas.

Será de cargo del Contratista el cumplimiento de todas las disposiciones laborales y de Seguridad Social.

El Contratista estará obligado a tener asegurado en todo momento en valor de las obras que tenga ejecutadas y estar al corriente del pago de las primas del seguro.

En caso de siniestro, y así estuviese previsto en la póliza del seguro, el importe de la indemnización se ingresará en la entidad bancaria que dispusiera la Propiedad, para atender con ella a la reconstrucción haciéndose los abonos al Contratista a medida que se vaya efectuando y mediante certificaciones de obra, como en el caso ordinario de construcción.

1.7.2.- Cronograma

A continuación, se muestra el gráfico con cada una de las etapas a realizar en la ejecución del proyecto, con la correspondiente estimación de la duración asignada a cada tarea.

Tareas:

- A. Elaboración en taller de cuadros eléctricos.
- B. Montaje en obra de la estructura metálica.
- C. Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre la propia estructura.
- D. Conexión de los cuadros y protecciones.
- E. Interconexión de los elementos y puesta en marcha.

Tarea	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
A					
B					
C					
D					
E					

Tarea A: Elaboración de los cuadros eléctricos.

Esta tarea abarca el montaje de toda la aparatada dentro de los cuadros eléctricos de protección. Consiste en el montaje los interruptores magnetotérmicos, interruptores diferenciales y demás aparatada dentro de cada cuadro, según planos.

Tarea B: Montaje en obra de la estructura.

Una vez realizada la obra civil (si la hubiera), se está en condiciones de proceder al ensamblado de los diferentes elementos que constituyen la estructura. Se iniciará con la fijación y equilibrado de cada uno de los apoyos con respecto a las zapatas. A continuación, se montará el emparrillado y finalmente los largueros.

Tarea C: Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre la propia estructura.

La tarea C comprende el montaje y fijación de los módulos fotovoltaicos. Además, se realizará su interconexión eléctrica, el montaje de las cajas colectoras parciales y la caja principal con sus correspondientes fusibles seccionables.

Tarea D: Conexión de los cuadros y protecciones.

Una vez realizada la tarea C, se puede iniciar el conexión de los cuadros y protecciones, dejando los seccionadores abiertos y enclavados.

Tarea E: Interconexión de los elementos de puesta en marcha.

Finalmente, sólo resta el interconectar los conductores procedentes de la instalación fotovoltaica (paneles solares) en el cuadro eléctrico de protección. Realizar la puesta en marcha y verificaciones de que todo funciona correctamente, y dejar la instalación acondicionada y en servicio.

1.7.3.- Obras defectuosas o incompletas

Sí alguna tarea de la instalación no se hallase ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuera, sin embargo, admisible, a juicio de la Dirección Facultativa, podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente en su caso, pero el Contratista quedará obligado a conformarse, sin derecho a reclamación, con el rebaje que la Dirección Facultativa apruebe, salvo en el caso en que el Contratista la rehaga con arreglo a las condiciones del contrato y a su costa.

Cuando por rescisión u otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra distinta a la valoración de dicho presupuesto, ni insuficiencia u omisión del coste de cualquier elemento que constituye el precio.

Las partidas que componen la descomposición del precio serán de abono, cuando estén acopiadas la totalidad del material, incluidos los accesorios, o realizada en su totalidad las labores u operaciones que determinan la definición de la partida ya que el criterio a seguir ha de ser en el que sólo se consideren abonables tareas con ejecución terminada, perdiendo el Contratista todos los derechos en el caso de dejarlas incompletas.

Será misión exclusiva de la Dirección Facultativa del proyecto, la comprobación de la realización del mismo con arreglo a la documentación y a sus instrucciones complementarias. El Contratista hará guardar las consideraciones debidas al personal de la dirección que tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a sus almacenes de material destinados a la misma para su reconocimiento previo.

1.7.4.- Rescisión de contratos y sanciones

Serán tenidas en cuenta, cualquiera que fuese la causa, las normas previstas en la legislación vigente y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Administrativas, para la rescisión de contrato.

Si la rescisión es por incumplimiento de contrato, los medios auxiliares del instalador podrán ser utilizados gratuitamente por la Dirección Facultativa para la terminación del proyecto.

El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna por los desperfectos sufridos por sus equipos al ser usados por la Dirección Facultativa.

1.8.- RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos e inversor), éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará la oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

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

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de desconexión.
- Concluidas las pruebas y la puesta en marcha, se pasará a la fase de recepción provisional de la instalación, no obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas (10 días), sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además que se hayan cumplido los requisitos siguientes:
- Entrega de toda la documentación.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este periodo, el instalador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación, y podrá restringir el acceso a personal no autorizado.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos que la garantía será de 8 años, contado a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

El instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

VALLADOLID, Septiembre de 2021

Fdo: David Conrado Choya
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 15038 COIIM

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD	3
2.- DISPOSICIONES LEGALES	4
3.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	6
3.1.- EMPLAZAMIENTO	6
3.2.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	6
3.3.- PLAZO DE EJECUCIÓN.....	6
3.4.- NÚMERO DE TRABAJADORES	6
4.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.....	7
4.1.- RELATIVAS AL LUGAR DE TRABAJO	7
4.1.1.- <i>Estabilidad y solidez.....</i>	<i>7</i>
4.1.2.- <i>Instalaciones de suministro y reparto de energía.....</i>	<i>7</i>
4.1.3.- <i>Vías de emergencia.....</i>	<i>7</i>
4.1.4.- <i>Detección y lucha contra incendios</i>	<i>7</i>
4.1.5.- <i>Exposición a riesgos particulares.....</i>	<i>7</i>
4.1.6.- <i>Iluminación</i>	<i>8</i>
4.1.7.- <i>Vías de circulación y zonas peligrosas</i>	<i>8</i>
4.1.8.- <i>Primeros auxilios.....</i>	<i>8</i>
4.2.- GRÚAS	8
4.2.1.- <i>Riesgos.....</i>	<i>8</i>
4.2.2.- <i>Características de la seguridad.....</i>	<i>8</i>
4.2.3.- <i>Equipo de protección individual.....</i>	<i>9</i>
4.3.- ANDAMIOS.....	9
4.3.1.- <i>Riesgos.....</i>	<i>9</i>
4.3.2.- <i>Características de la seguridad.....</i>	<i>9</i>
4.3.3.- <i>Equipo de protección individual.....</i>	<i>10</i>
4.4.- ESCALERA DE MANO	10
4.4.1.- <i>Riesgos.....</i>	<i>10</i>
4.4.2.- <i>Características de la seguridad.....</i>	<i>10</i>
4.4.3.- <i>Equipo de protección individual.....</i>	<i>11</i>
4.5.- HERRAMIENTAS MANUALES	11
4.5.1.- <i>Riesgos.....</i>	<i>11</i>
4.5.2.- <i>Características de la seguridad.....</i>	<i>11</i>
5.- APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL PROCESO DEL TRABAJO.....	12

5.1.- ACONDICIONAMIENTOS PREVIOS	12
5.1.1.- Descripción de los trabajos	12
5.1.2.- Riesgos más frecuentes	12
5.1.3.- Protecciones colectivas	13
5.1.4.- Protecciones individuales.....	13
5.2.- TRABAJOS SOBRE CUBIERTAS DE MATERIALES LIGEROS	13
5.2.1.- Riesgos y factores de riesgo.....	13
5.2.2.- Protecciones colectivas	14
5.2.3.- Protecciones individuales.....	16
5.3.- EXCAVACIÓN	16
5.3.1.- Descripción de los trabajos	16
5.3.2.- Riesgos más frecuentes	16
5.3.3.- Protecciones colectivas	17
5.3.4.- Protecciones personales	17
5.4.- PUESTA A TIERRA Y ZANJAS DE TENDIDO ELÉCTRICO	17
5.4.1.- Descripción de los trabajos	17
5.4.2.- Riesgos más frecuentes	18
5.4.3.- Protecciones colectivas	18
5.4.4.- Protecciones personales	18
5.5.- MONTAJE DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS. CASETA Y ESTRUCTURA	18
5.5.1.- Descripción de los trabajos	18
5.5.2.- Riesgos más frecuentes	19
5.5.3.- Protecciones colectivas	19
5.5.4.- Protecciones personales	19
5.6.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA. CONEXIÓN Y MONTAJE DE CUADROS	19
5.6.1.- Descripción de los trabajos	19
5.6.2.- Riesgos más frecuentes	21
5.6.3.- Protecciones colectivas	21
5.6.4.- Protecciones personales	21

1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD

La finalidad del estudio es la definición de las medidas preventivas adecuadas a los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que comporte la realización de la obra, y los trabajos de montaje, conservación y mantenimiento de las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas normas básicas a las empresas subcontratadas para el cumplimiento de sus obligaciones en el ámbito de la prevención de los riesgos profesionales, siempre bajo control de la dirección facultativa y de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, que establece la obligatoriedad de la inclusión de un estudio básico de seguridad y salud, en los proyectos de obras.

En este Estudio se establecerán las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes en el montaje de las instalaciones antes mencionadas, objeto del presente proyecto.

Este Estudio afecta a todos los trabajos que se desempeñen en la ejecución del proyecto.Ámbito de aplicación

Este documento es vinculante a la adjudicación del contrato de ejecución de la obra, y por tanto afecta a empleados de las empresas de contrata y subcontrata relacionados con los trabajos de montaje e instalación descritos en la Memoria.

En esos términos la Empresa o Empresas que participen en la ejecución de la obra deben tener en cuenta lo siguiente:

- Observación estricta y cumplimiento de la legislación específica de Seguridad y Salud vigente.
- La empresa contratista, a través de sus representantes legales, encargados, capataces, jefes de equipo, comité de empresa o delegados de personal, dará a conocer a su personal cuantas normas de seguridad deban aplicarse en el recinto de obra.
- Los trabajos o servicios que hayan sido subcontratados estarán, a efectos de Seguridad bajo la entera responsabilidad del Contratista principal, quién se responsabilizará plenamente de la actuación personal de el/los subcontratistas.

2.- DISPOSICIONES LEGALES

A continuación, se relacionan las Normas o Disposiciones que, con carácter general, pudieran afectar a la realización de las Obras derivadas de las características descritas en el Proyecto Técnico:

- Estatuto de los trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. nº 269 de fecha 10 de Noviembre de 1995).
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Real Decreto 153/1985, de 6 de Febrero, por el que se establecen nuevas tarifas eléctricas. Modifica el artículo 22 del Real Decreto 1725/1984, de 18 de Julio (B.O.E. de fecha 9 de Febrero de 1985).
- Real Decreto 1075/1986, de 2 de Mayo, por el que se establecen normas sobre las condiciones de los suministros de energía eléctrica y calidad de este servicio (B.O.E. de fecha 6 de Junio de 1986).
- R.D. 1578/2008, de 26 de septiembre, por el que se establece la retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 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
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, de fecha Agosto de 2002.
- Instrucciones complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, de fecha Agosto 2002.
- Reglamento de Acometidas Eléctricas.
- Reglamento y Ordenes en vigor sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción, aprobado por Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre (BOE nº 256 de 25 de Octubre de 1997).
- Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por Real Decreto 39/1997, de 19 de Enero (BOE nº 27 de 31 de Enero de 1997).

- Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.
- Disposiciones de aplicación de la Directiva del consejo 84-528-CEE sobre aparatos elevadores y de manejo mecánico. R.D. 474/1988, de 30 de marzo (BOE nº 121, 20/5/88).
- Utilización de los Equipos de trabajo, aprobado por R.D. 1215/1997, de 18 de Julio (BOE nº 188 de 7 de Agosto de 1997).
- Utilización de Equipos de protección individual, según el R.D. 773/1997, de 30 de Mayo (BOE nº 140 de 12 de Junio de 1997).
- Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo, aprobado por R.D. 485/1997, de 14 de Abril (BOE nº 97 de 23 de Abril de 1997).
- Lugares de trabajo, aprobado por R.D. 486/1997, de 14 de Abril (BOE nº 97 de 23 de Abril de 1997).
- Manipulación manual de cargas, aprobado por R.D. 485/1997, de 14 de Abril (BOE nº 97 de 23 de Abril de 1997).
- Reglamento de Normas UNE de aplicación en el Ministerio de Obras Públicas.
- Normas UNE del Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo.

3.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

3.1.- EMPLAZAMIENTO

Como se indica en la Memoria de ejecución de la obra, la instalación se realiza en la parcela situada en Polígono 9, Parcela 30, La Herradura, Jimena de la Frontera (Cádiz).

3.2.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra consiste en un campo fotovoltaico sobre estructuras fijas en suelo, en la que se van a instalar un total de 266 placas, ocupando la instalación una superficie de unos 600 m². Se instalarán los paneles solares sobre dicha estructura, así como su instalación eléctrica, canalizaciones eléctricas y demás obras de acondicionamiento necesarias, puesta a tierra de la instalación, etc.

3.3.- PLAZO DE EJECUCIÓN

Se ha programado un plazo de ejecución de la obra de 5 semanas.

3.4.- NÚMERO DE TRABAJADORES

El número de trabajadores será el que garantice un trabajo rápido y seguro, teniendo en cuenta que este tipo de instalación no permite comenzar trabajos hasta que no se hayan acabado los anteriores.

4.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

4.1.- RELATIVAS AL LUGAR DE TRABAJO

4.1.1.- Estabilidad y solidez

Se procurará la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera entrañar un riesgo para el trabajador.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan mucha resistencia sólo se autoriza en caso de poseer los equipos adecuados para trabajar de forma segura.

4.1.2.- Instalaciones de suministro y reparto de energía

La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras de construcción deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

Los lugares de trabajo, en todo caso, deberán proyectarse para que no entrañen peligro de incendio ni de explosión, y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución. Además, se tendrá en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones del recinto y la competencia de las personas que tengan acceso a la instalación.

4.1.3.- Vías de emergencia

Las vías y salidas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

4.1.4.- Detección y lucha contra incendios

Se deberá disponer de un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios, según las características de la obra, de las dimensiones, de los equipos y de las características de los materiales.

Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán estar señalizados, ser de fácil acceso y manejables.

4.1.5.- Exposición a riesgos particulares

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores y polvo).

4.1.6.- Iluminación

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra, deberán disponer en lo posible de suficiente luz natural y tener la luz artificial adecuada durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural.

4.1.7.- Vías de circulación y zonas peligrosas

Las vías de circulación, incluidas las escaleras y las escalas fijas deberán estar calculadas, situadas y acondicionadas para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

En este tipo de instalaciones, como se suelen hacer en lugares de difícil acceso, muchas de estas normas pueden quedar restringidas, por no quedar más remedio para su instalación que la violación de alguna premisa.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

4.1.8.- Primeros auxilios

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material indispensable y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

4.2.- GRÚAS

4.2.1.- Riesgos

Vuelco de la máquina, precipitación de la carga, golpes y atrapamientos, contactos eléctricos, caídas al mismo o a distinto nivel, contacto con objetos cortantes o punzantes, caída de objetos, choques, proyección de partículas, sobreesfuerzos, ruido e intoxicaciones por gases producidos.

4.2.2.- Características de la seguridad

Las maniobras de las grúas conllevan grandes responsabilidades, por lo que solamente deben confiarse a personas capaces, exentas de contraindicaciones físicas (limitación de las

capacidades visuales y auditivas, tendentes al vértigo, etc.), dotadas de rapidez de reacción y con los conocimientos técnicos precisos.

Se comprobará que el terreno tiene la consistencia y regularidad suficiente para que los apoyos no se hundan o se encuentren desnivelados.

En casos de transmisión de cargas a través de neumáticos, la suspensión del vehículo portante debe ser bloqueada para conservar la horizontalidad de la plataforma base en cualquier posición de la flecha. Además, se calzarán las ruedas de forma adecuada.

La carga se repartirá homogéneamente para que haya una estabilidad adecuada y no se produzcan desequilibrios que puedan hacer precipitar a dicha carga.

La zona de maniobra deberá estar libre de obstáculos y previamente habrá sido señalizada para evitar el paso del personal, en tanto dure la maniobra. Si el paso de personas no pudiera evitarse, se emitirán señales, generalmente sonoras para que pudieran ponerse a salvo en caso de posibles desprendimientos.

Durante la ejecución de los trabajos, el encargado de maniobra emitirá unas señales que conocerá perfectamente el gruísta, que a su vez responderá con señales acústicas o luminosas. Este código de señales viene definido por la norma UNE 003.

4.2.3.- Equipo de protección individual

El equipo de protección personal recomendado será el compuesto por el casco de seguridad, ropa de trabajo adecuada, gafas protectoras, auriculares o similares para la protección contra el ruido, botas de seguridad con refuerzos metálicos, guantes y cinturones de seguridad.

4.3.- ANDAMIOS

4.3.1.- Riesgos

Caídas a distinto nivel (al entrar o salir), caídas al vacío o al mismo nivel, desplome del andamio, contacto con la energía eléctrica, desplome o caída de objetos (tablones, herramientas, materiales), golpes por objetos o herramientas, atrapamientos, derivados del padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

4.3.2.- Características de la seguridad

En primer lugar, se deberán montar y desmontar cuidadosamente por personal cualificado, quedando la estructura perfectamente sólida y resistente.

Durante el movimiento del andamio, éste estará libre de cualquier objeto que tuviese posibilidad de caer al suelo, no deberá haber ningún operario subido en el mismo, no pudiendo volver a subir hasta que no se haya vuelto a fijar.

Se cuidará que el andamio descansa sobre un suelo u apoyos sólidos y resistentes, recurriendo, si fuese necesario al empleo de tablonos. Antes de su utilización, se comprobará su verticalidad y su estabilidad.

Las plataformas de trabajo ubicadas a dos o más metros de altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio o rodapiés.

Las ruedas estarán provistas de dispositivos de bloqueo, en caso contrario, se acuñarán a ambos lados y el acceso a la plataforma de trabajo, permanecerá cerrado durante la permanencia de los operarios sobre ella, mediante una barra de seguridad.

Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.

Está prohibido abandonar en las plataformas sobre los andamios, materiales o herramientas, ya que pueden caer sobre las personas. También está prohibido fabricar morteros (o asimilables) en las plataformas de trabajo.

4.3.3.- Equipo de protección individual

El equipo de protección personal recomendado será el compuesto por el casco de polietileno, calzado antideslizante o de seguridad si fuera necesario, ropa de trabajo y cinturón de seguridad clases A o C.

4.4.- ESCALERA DE MANO

4.4.1.- Riesgos

Caídas al mismo o distinto nivel, caídas al vacío, deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.), vuelco lateral por apoyo irregular, rotura por defectos ocultos, los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras cortas para la altura a salvar, etc.).

4.4.2.- Características de la seguridad

La escalera de mano suele ser el elemento auxiliar menos cuidado de cuántos intervienen en una obra, siendo origen por ello de numerosos accidentes.

Estarán dotadas de zapatas antideslizantes en su apoyo inferior, que a su vez será firme y sólido, y poseerán un sistema de sujeción en su extremo superior.

El espacio que rodea al asentamiento de la escalera debe estar siempre despejado de objetos y herramientas.

Se colocará lo más cerca posible del punto de trabajo, con los dos largueros apoyados conjuntamente sobre la fachada o similar, instalándose de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.

Antes de subir a la escalera, cerciorarse que los peldaños estén limpios de grasa, barro, etc. Si se trabaja sobre superficies verticales, su longitud será suficiente para que la cintura del operario quede por debajo del último peldaño.

No se podrá mover la escalera cuando el trabajador se encuentre en ella, así como tampoco se podrá colocar herramientas u otros objetos sobre los peldaños de la escalera, ni transportar cargas superiores a 25 kg en las escaleras. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más trabajadores. El ascenso y descenso a través de las escaleras, se efectuará frontalmente a la misma.

Si se almacenan en posición horizontal, tienen que tener suficientes puntos de apoyo para evitar deformaciones permanentes. No se realizarán reparaciones provisionales de escaleras. Durante el transporte de la escalera a hombro, se llevará ligeramente elevada por la parte posterior para una mayor visibilidad del camino a recorrer.

4.4.3.- Equipo de protección individual

El equipo de protección personal recomendado es el compuesto por el casco de polietileno, calzado de seguridad o antideslizantes y cinturón de seguridad clase A o C.

4.5.- HERRAMIENTAS MANUALES

4.5.1.- Riesgos

Golpes y cortes ocasionados durante el trabajo normal con las herramientas, lesiones oculares por partículas provenientes de la propia herramienta y/o los objetos que se trabajan, golpes en diferentes partes del cuerpo, esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

4.5.2.- Características de la seguridad

Los accidentes de trabajo producidos por las herramientas manuales constituyen una parte importante del número total de accidentes, en particular de los de carácter leve. Es por ello que se debe prestar más atención al uso y selección de la herramienta correcta para el trabajo a realizar, al mantenimiento de las herramientas en buen estado, y al control de las mismas.

El mal uso de las herramientas, utilizándolas para realizar trabajos para los cuales no han sido diseñadas, puede ocasionar accidentes o un deterioro de las mismas que impedirá su uso en sucesivas ocasiones.

5.- APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL PROCESO DEL TRABAJO

Independientemente de los posibles medios de protección particular para riesgos de operaciones específicas, hay una serie de medios de seguridad y protección básicas que deben afectar a todo el personal, tanto trabajadores como posibles visitantes esporádicos:

- Correcta señalización de los accesos, zonas de acceso restringido, peligros varios, etc., de acuerdo con el Reglamento de Señalización reflejado en el R.D. 485/1997.
- Casco de seguridad homologado en todas las operaciones, menos en las que impida la realización de la tarea que en ese momento tenga que desempeñar el operario
- Calzado de seguridad contra riesgos de aplastamientos.
- Ropa de protección.

Además, se restringirá el acceso a zonas de riesgo a visitantes de la obra.

5.1.- ACONDICIONAMIENTOS PREVIOS

5.1.1.- Descripción de los trabajos

Como se ha indicado anteriormente, previamente a la ejecución de la obra, se procederá a vallar el recinto, de forma que el acceso de personas ajenas a la obra esté restringido. En el interior de dicho recinto, se colocará una tolva para la recogida de escombros, así como la caseta de obra en zonas donde no dificulten las labores de trabajo, ni intercepten las vías de comunicación. Previo acuerdo con la compañía suministradora, se contratará un suministro eléctrico de obra. Además, se montará una grúa que permitirá el montaje de la caseta tanto de obra como el habitáculo dedicado a albergar los equipos eléctricos, y demás elementos que debido a su peso no puedan ser acarreados a mano por trabajadores según el Reglamento correspondiente en materia de cargas. Para llevar a cabo acciones de levantamiento de tierras será necesario el empleo de un martillo neumático.

5.1.2.- Riesgos más frecuentes

- Golpes y cortes.
- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos de gran tamaño desde altura (objetos prefabricados).
- Peligros asociados al manejo manual de cargas (retirada de escombros).
- Exposición a vibraciones y ruidos (martillo neumático).

5.1.3.- Protecciones colectivas

- Se asegurará la correcta estabilidad de todos los elementos fijados al suelo como son vallas, grúa, etc.
- En la instalación eléctrica provisional para la elaboración de la obra se ajustará al RBT ITC 028.
- Las puertas correderas llevarán su correspondiente sistema de seguridad.
- Los accesos de vehículos serán diferentes de los de las personas.

5.1.4.- Protecciones individuales

- Durante la realización de las excavaciones con martillo neumático, todo el personal irá provisto de algún medio de atenuación auditiva.
- La manipulación de líneas eléctricas, se harán con las fuentes de tensión desconectadas, de no ser posible, se usarán guantes aislantes para una tensión adecuada.

5.2.- TRABAJOS SOBRE CUBIERTAS DE MATERIALES LIGEROS

5.2.1.- Riesgos y factores de riesgo

Los principales riesgos y factores de riesgo asociados a la realización de trabajos sobre cubiertas de materiales ligeros, claraboyas, lucernarios, etc., son:

- Caídas de altura: al subir o bajar de la cubierta mediante escaleras manuales portátiles o fijas; por rotura de las cubiertas al pasar el operario; pisar directamente sobre claraboyas o tragaluces interiores de insuficiente resistencia; por las inclemencias atmosféricas.
- Caída de objetos o de parte de la cubierta sobre personas: por acumular cargas excesivas sobre las mismas; al pisar directamente sobre la superficie rompiéndose una parte de la misma; por contactos eléctricos con cables accesibles desde la cubierta.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos desde altura, con posible atrapamiento.
- Sobreesfuerzos.
- Manipulación de herramientas para la fijación de los elementos.

5.2.2.- Protecciones colectivas

La instalación de protecciones colectivas (redes de seguridad, barandillas, pasarelas, cables de vida, telas metálicas, etc.) de forma permanente o eventual, asegura al trabajador contra cualquier caída por rotura de parte de la cubierta, lucernarios, claraboyas, etc.

- **Redes de seguridad:** Se deben instalar redes de seguridad siempre que las condiciones de la nave así lo permitan, y como medida complementaria a otras frente a la existencia del riesgo de caída de altura.
- **Barandillas perimetrales:** La instalación de barandillas perimetrales debe cumplir las siguientes normas:
 - Prever puntos de anclaje permanentes de los montantes soporte de las barandillas en el perímetro de los tejados de los edificios.
 - Situar las barandillas de protección rígida en el perímetro del tejado a una altura que será función de la pendiente del tejado y de su geometría; en ningún caso será inferior a 0,90 m. y se complementará con un rodapié de 30 cm de altura que impida la caída de objetos o materiales. La resistencia será de 150 kg/ml.
 - Estar instaladas permanentemente, sobre todo si se interviene frecuentemente en la cubierta.
- **Pasarelas de circulación:** Para no pisar directamente sobre las cubiertas se utilizan pasarelas de circulación entre la cubierta y los trabajadores, facilitando de esta forma la realización de trabajos sobre éstas. Para facilitar su montaje deben estar diseñadas para ser ensambladas a medida que se avanza en los trabajos y ser desplazadas sin que en ningún caso el trabajador deba apoyarse directamente sobre la cubierta. Según la frecuencia de acceso a la cubierta, las pasarelas deben dejarse permanentemente sobre ella y sobre todo nunca debe quedarse solo un trabajador realizando las operaciones encomendadas.

Los materiales más utilizados en la fabricación de las pasarelas son el aluminio y la madera. El aluminio es un material muy apropiado para las pasarelas por ser ligero e inoxidable. La superficie debe ser antideslizante, flexible y con perforaciones para limitar la acción del viento. Los módulos deben tener unas perforaciones longitudinales que permitan el paso de las fijaciones de la cubierta. Sus características técnicas esenciales son las siguientes: anchura mínima, 0,5 m; longitud aproximada, 3 m; espesor, 0,03 m; peso, 15 Kg. La pendiente máxima para instalar estos dispositivos es del 40 % y la carga máxima de servicio, 100 Kg por cada 2,25 m.

- **Cable de vida:** La instalación de un cable de vida consiste en instalar longitudinalmente sobre la cumbrera un cable de acero inoxidable con fijación en sus dos extremidades, y soportado a intervalos regulares por unos puntos de anclaje intermedios destinados a absorber los esfuerzos del cable. La unión entre

el cable de vida y el arnés de seguridad se lleva a cabo mediante un carro especialmente diseñado para recorrer toda su longitud. El carro se desliza por el cable sin ninguna manipulación extra y, en caso de caída, el carro se bloquea, anulando así los riesgos de pendolaje.

Los puntos de anclaje del cable deben tener una resistencia mínima a la ruptura de 1.000 daN y estar distribuidos de tal forma que, en caso de caída accidental, no se derive un movimiento pendular que podría acarrear un riesgo complementario de golpearse contra algún obstáculo fijo o móvil situado sobre la cubierta. Asimismo, el cable de vida deberá tener una resistencia de 3.600 daN. La unión entre el carro y la cuerda de amarre del arnés que lleva el operario se efectúa a través de un dispositivo anticaídas de clase A, Tipo 1.

- Caída de objetos sobre personas o instalaciones: Debe prohibirse dejar directamente sobre la cubierta objetos, materiales, accesorios de limpieza, etc. estos se depositarán sobre las pasarelas colocadas para circular los operarios.

No se pisará directamente sobre la cubierta ligera para que, en caso de rotura y aunque no se produzca la caída del operario, las partes de la cubierta rotas puedan caer sobre las personas o instalaciones que se encuentren en la vertical del lugar donde se produzca el incidente.

- Contactos eléctricos: Para prevenir el riesgo de contacto eléctrico con cables accesibles desde la cubierta, no se deben efectuar trabajos en las proximidades de conductores o elementos bajo tensión, desnudos o sin protección, salvo que estén desconectados de la fuente de energía. Si a pesar de ello se deben realizar trabajos en dichas condiciones, los cables se desviarán o se protegerán mediante fundas aislantes o apantallamiento. Para el caso de líneas de alta tensión se seguirá lo dispuesto en el vigente Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Organización de los trabajos: Antes de efectuar cualquier trabajo sobre una cubierta ligera, lucernario, claraboya, etc., la empresa contratista realizará un estudio previo que, según las condiciones de la misma (tipo, pendiente, medidas de protección existentes, etc.) diseñe el sistema de trabajo, medios de acceso seguro, equipos de protección personal necesarios y forma de usarlos, equipos y utillajes, etc.
- Inclemencias del tiempo: No se deben realizar trabajos si las condiciones atmosféricas, sobre todo el viento, así lo desaconsejan. Como regla general no se trabajará si llueve o si la velocidad del viento es superior a los 50 km/h, debiéndose retirar cualquier material o herramienta que pueda caer desde la cubierta.

Se deberá llevar un programa de mantenimiento preventivo que lleve a cabo revisiones periódicas de todos los elementos relacionados con los sistemas de prevención de las caídas de altura (cables, pasarelas, escaleras, EPI's, etc.), sustituyéndolos cuando su estado así lo aconseje, siguiendo en todo caso las instrucciones de los fabricantes.

5.2.3.- Protecciones individuales

Para los trabajos en altura, y siempre que no sea posible instalar protecciones colectivas que ofrezcan completa seguridad frente a tal peligro, se deberán utilizar, por parte de los trabajadores, equipos individuales de protección constituidos por cinturones de seguridad de suspensión compuestos por arnés regulables asociados a algún tipo de dispositivo anticaídas. La extremidad del cable o de los dispositivos anticaídas debe estar fijado en un punto de anclaje frontal o dorsal del arnés, en función del trabajo a efectuar.

5.3.- EXCAVACIÓN

5.3.1.- Descripción de los trabajos

Una vez acondicionada la zona, se procederá a la excavación de las zanjas para la instalación de la puesta a tierra y la elaboración de las zapatas de la estructura. Esta se realizará con una excavadora, conducida por personal experto y dotado de todas las medidas de seguridad necesarias (bocina en el retroceso, elementos de fijación de la máquina al suelo, etc.).

Las zanjas se realizarán de forma que no haya riesgo de corrimientos de tierra. Además, se dará orden expresa de no acercarse a la operación al personal no necesario.

Las medidas preventivas adoptadas son:

- Excavación en forma de cuña.
- Señalización de la existencia de una zanja, así como su recubrimiento con chapas cuando no se esté realizando ninguna labor en ella.

5.3.2.- Riesgos más frecuentes

- Caídas de personal a distinto nivel.
- Caídas de objetos y materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Choques y golpes diversos
- Atrapamientos
- Intoxicaciones por humos de escape.

5.3.3.- Protecciones colectivas

- Lugar de trabajo en orden.
- Zonas de trabajo iluminadas correctamente.
- Se mantendrá el lugar de trabajo lo más limpio posible.
- El uso de los elementos auxiliares se realizará de acuerdo con sus medidas de seguridad.

5.3.4.- Protecciones personales

- Empleo de orejeras o tapones por parte del conductor de la excavadora.

5.4.- PUESTA A TIERRA Y ZANJAS DE TENDIDO ELÉCTRICO

5.4.1.- Descripción de los trabajos

Una vez realizadas las excavaciones, hay que proceder a acondicionar las zanjas para que desempeñen su labor.

En el caso de la puesta a tierra, hay que proceder al hincado de las picas en las posiciones adecuadas hasta la profundidad requerida (la cabeza debe estar a 50 cm). A continuación, se colocarán las grapas en las cabezas para la conexión con la línea de enlace con tierra, ajustando esta última a las primeras. Seguidamente se cubrirá la zanja con tierra. Finalmente, se acondicionará el punto de toma de tierra para posteriores medidas e inspecciones por parte de las Autoridades Competentes.

En cuanto a las zanjas para la distribución de los conductores (70 cm de profundidad), si las hubiera, se procederá a encofrarla con cemento en las paredes laterales y la base. A continuación, se introducen el tubo adecuado y dentro de él se alojarán los cables eléctricos, añadiéndose arena. A unos 10 cm por encima de los cables se coloca una cobertura de aviso y protección frente a golpes con pico, constituida por ladrillos, para finalmente cubrir la zanja con tierra.

5.4.2.- Riesgos más frecuentes

- Caídas a diferente nivel.
- Golpes y cortes con herramientas y picas.
- Sobreesfuerzos.

Nota: No hay riesgo de electrocución, ya que los conductores se manipularán desconectados de las fuentes de tensión.

5.4.3.- Protecciones colectivas

- Orden de no aproximarse a las zanjas a personal no necesario.
- Cubrir con planchas de los tramos de zanja sobre los que no se realice ninguna operación.
- Señalización de la zona.

5.4.4.- Protecciones personales

- Empleo de guantes, tanto para el hincado de las picas como para la elaboración y aplicación del cemento y demás fábricas.

5.5.- MONTAJE DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS. CASETA Y ESTRUCTURA

5.5.1.- Descripción de los trabajos

Una vez realizadas las tareas de acondicionamiento (nivelado de la zona), se procederá a colocar la caseta sobre el emplazamiento elegido. Para ello se utilizará una grúa-pluma utilizada también en las tareas de elevación de la estructura.

Además, se montará la estructura, para lo cual hay varias fases. Por un lado, se realizarán las uniones entre los pilares y los dinteles. Éstas uniones se realizarán en el taller de montaje mediante soldadura adecuada y utilizando las máquinas adecuadas. Estas estructuras de unión de pilares y dinteles se fijarán a las zapatas, asegurándose una correcta fijación. Una vez realizada esta operación, se procederá a montar el emparrillado con tubos rectangulares sobre las que descansarán el campo de paneles.

A continuación, se colocarán los paneles fotovoltaicos sobre la estructura. Se hará desde abajo, por lo que no es necesario subirse encima de la parrilla. No obstante, debido a la altura, sí que es preciso un banzo que permita la colocación de manera cómoda.

5.5.2.- Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos desde altura, con posible atrapamiento.
- Sobreesfuerzos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Manipulación de herramientas para la fijación de los elementos.

5.5.3.- Protecciones colectivas

- Se dará orden expresa de que nadie se coloque en las proximidades de la proyección vertical de la carga soportada por la grúa.
- El montaje del banzo para permitir la colocación a altura, deberá tener la anchura suficiente y además se la dotará de barandilla protectora.
- Tanto la grúa como el camión, deberán tener sistemas de fijación al suelo para evitar vuelcos.
- Antes de fijar las patas de la estructura a las zapatas, deberán sujetarse de manera provisional a través de tirantes enganchados al suelo.

5.5.4.- Protecciones personales

- Cualquier manipulación de maquinaria u herramienta con riesgo de corte, se realizará con guantes.

5.6.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA. CONEXIÓN Y MONTAJE DE CUADROS

5.6.1.- Descripción de los trabajos

Una vez finalizada la parte mecánica, se procederá a realizar una serie de acciones de instalación de tipo eléctrico. De manera simultánea se realizará el conexionado del campo de paneles estableciendo los circuitos que se describen en la memoria, así como la fijación de las cajas de distribución de polos con sus respectivos fusibles.

Simultáneamente, se realizará el acondicionamiento del cuadro que alojará los equipos eléctricos y el inversor.

También es necesaria la realización de las diferentes conexiones a tierra tanto de los armarios, inversor, y estructura. Además, se introducirán los circuitos en las bandejas perimetrales que van desde los cuadros hasta la estructura.

Una vez preparados todos los elementos de la instalación, con todos los cuadros montados, se procederá a la interconexión de todos los elementos.

En el montaje del cableado de la instalación, al igual que el resto de los componentes ya mencionados, se deben de cumplir con las especificaciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en vigencia.

Los cables que se instalen en intemperie deberán estar debidamente protegidos (canales o tubos) de las condiciones climatológicas adversas.

En el tendido eléctrico de una instalación fotovoltaica pueden utilizarse los procedimientos habituales de otras instalaciones eléctricas.

Las conexiones a los equipos deben hacerse a través de terminales adecuados y no arrollando directamente los hilos en las partes roscadas.

La instalación fotovoltaica debe disponer de una conexión a tierra.

Tanto los módulos fotovoltaicos como su estructura de sujeción, deben estar conectados a tierra. Generalmente los módulos están provistos de un orificio característico que permite realizar esta conexión a tierra.

Los demás componentes también deben de estar conectados a tierra. Generalmente cada equipo lleva indicado el terminal para realizar la correspondiente conexión.

Las líneas de conducción de la instalación fotovoltaica también deben llevar su conexión a tierra tanto en el lado de continua, como en el de alterna.

El hecho de que una instalación fotovoltaica sea una instalación eléctrica supone un riesgo a priori, tanto para los operarios durante las labores de instalación y mantenimiento, como para los usuarios en su manejo cotidiano. Por este motivo, tanto los primeros como los segundos tienen que cumplir que cumplir estrictamente con las medidas de seguridad recomendadas por los fabricantes de los equipos y las genéricas de la instalación que se describirán posteriormente.

Intensidad	Peligro
0,5 mA	Sensación muy débil
10 mA	Contracción muscular
30 mA	Parálisis respiratoria
75 mA	Fibrilación cardiaca irreversible
100 mA	Paro cardiaco

Tanto en el transporte, como en el manejo y en el almacenamiento de los equipos que componen una instalación fotovoltaica, debe evitarse que estos sufran golpes y caídas.

Todos los equipos deben permanecer en su embalaje hasta el momento de su instalación y colocarse en la posición indicada en el mismo.

Los equipos deben almacenarse en lugar seguro para evitar que sufran robos y daños por ubicarse a la intemperie.

Las zonas en las que se está realizando la instalación deben estar señalizadas para evitar el paso de personal ajeno a la obra.

Además, el instalador debe cumplir las normas vigentes en materia de seguridad y salud.

5.6.2.- Riesgos más frecuentes

- Electrocutión.
- Sobreesfuerzos.
- Cortes con herramientas.

5.6.3.- Protecciones colectivas

- Se restringirá el acceso a puntos que se puedan poner a tensión a todo personal no autorizado para la realización de la instalación eléctrica.
- La conexión de los circuitos del campo de paneles se realizará con ellos tapados.
- La conexión con el punto de red se realizará con todos los elementos de seccionamiento abiertos.

5.6.4.- Protecciones personales

- Cascos.
- Guantes para manejo de material eléctrico.
- Calzado de seguridad, con suela lo más adherente posible, para trabajar en tejado inclinado.
- Cinturón o arnés de seguridad.
- Gafas protectoras. Tanto para evitar la entrada de partículas en los ojos como el deslumbramiento por rayos solares.

Algunos componentes de las instalaciones fotovoltaicas pueden tener un peso elevado, como las baterías (si las hubiera) o el inversor, por eso no es conveniente su transporte manual ya que pueden provocar lesiones.

En las tareas de ejecución de la instalación se han de utilizar herramientas con aislamiento eléctrico para evitar cortocircuitos accidentales.

Todos los armarios o cajas que contengan equipos eléctricos donde puedan existir tensiones peligrosas para las personas, deben estar convenientemente señalizadas.

Habrá que tener especial precaución con la presencia de canalizaciones de agua próximas a la instalación fotovoltaica, a los componentes de la misma y a los tendidos del cableado eléctrico.

VALLADOLID, Septiembre de 2021

Fdo: David Conrado Choya
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 15038 COIIM

PRESUPUESTO

Presupuesto parcial nº1 CAMPO FOTOVOLTAICO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	Ml.	Cable de 0,6-1 RV-K, tipo polietileno reticulado de 1x6 m/m ² de sección, en zanja subterránea, instalado, incluso terminales. Para enlace entre grupos de paneles e inversores. Totalmente instalado y conexionado, con p.p. de mano de obra.			
		Total Ml.	850,00	0,22	187,00
1.2	Ml.	Cable de 0,6-1 RV-K, tipo polietileno reticulado de 1x35 m/m ² de sección, en bandeja perforada, instalado, incluso terminales. Para enlace entre inversores y cuadros generales de fotovoltaica, incluido el paralelo entre ambos cuadros generales de fotovoltaica. Totalmente instalado y conexionado, con p.p. de mano de obra.			
		Total Ml.	50,00	1,36	68,00
1.3	Ml.	Cable de 0,6-1 XZ1-AI, tipo polietileno reticulado de 1x240 m/m ² de sección, en canalización subterránea, instalado, incluso terminales. Para enlace entre cuadros generales de fotovoltaica y Armario de Contadores. Totalmente instalado y conexionado, con p.p. de mano de obra.			
		Total Ml.	9.000,00	1,51	13.590,00
1.4	Ml.	Cable de 0,6-1 RV-K, tipo polietileno reticulado de 1x70 m/m ² de sección, en bandeja perforada, instalado, incluso terminales. Para enlace entre armario de contadores y punto de conexión. Totalmente instalado y conexionado, con p.p. de mano de obra.			
		Total Ml.	60,00	2,65	159,00
1.5	Ml.	Cable de cobre desnudo de 35 m/m ² de sección, para red equipotencial de toda la estructura uniendo todos los elementos que la componen, utilizando abrazaderas o grapas adecuadas, tendido en subterráneo e instalado. Totalmente instalado y conexionado, con p.p. de mano de obra.			
		Total Ml.	100,00	1,51	151,00
1.6	Ud.	Grapa o abrazadera de enlace entre la estructura y el cable, donde se consigue el punto de conexión y derivación a tierra de cualquier posible corriente de fuga, instalada. Totalmente instalado y conexionado, con p.p. de mano de obra.			
		Total Ud.	500,00	0,67	335,00
1.7	Ud.	Cuadro General instalado en intemperie. Compuesto de: bornero para llegada de cables desde el inversor y hacia el punto de conexión; Interruptor general vigi de 100 A, IV, 300 mA. y 16 kA. de poder de corte, con p.p. de mano de obra.			
		Total Ud.	2,00	291,32	582,64
1.8	Ud.	Armario de contadores tipo ART-CPM-FOT, para utilización en plantas fotovoltaicas. Compuesto de armario de poliéster autoextinguible reforzado con fibra de vidrio, placas base de poliéster mecanizadas para el montaje de un contador electrónico bidireccional, transformadores de intensidad, bases portafusibles de 200 A. desconectables en carga, IV polos, instalado sobre base de hormigón. Totalmente instalado y conexionado, con p.p. de mano de obra.			
		Total Ud.	1,00	524,38	524,38

1.9 Ud. Inversor de 50 kW tipo "Aros Sirio K50 TL" ó similar para su instalación, junto al Cuadro General de Fotovoltaica, grado de protección IP-65 con dimensiones ancho-855 m/m. alto-555 m/m y fondo-275 m/m. Con un peso de 65,0 kg. estando protegido frente a las situaciones siguientes:

- Fallo en red eléctrica.
- Tensión fuera de rango.
- Frecuencia fuera de límites.
- Temperatura elevada.
- Tensión del generador baja.
- Intensidad del generador insuficiente.

Totalmente instalado y conexionado, con p.p. de mano de obra.

Total Ud.	2,00	2.065,48	4.130,96
-----------	------	----------	----------

1.10 Ud. Módulos solares marca "Risen Solar RSM156-6-445M" ó similar de 445 Wp. Monocristalinos de célula partida, compuestos de 156 células y las siguientes condiciones estándar:

- Tensión a potencia máxima 43,90 V.
- Corriente a potencia máxima 10,15 A.
- Tensión a circuito abierto 52,72 V.
- corriente de cortocircuito 10,77 A.

Sus dimensiones son. 2.178 m/m de largo, 996 m/m de ancho y 35 m/m de espesor. Instalados en estructura SOLAR BLOC.

Totalmente instalado y conexionado, con p.p. de mano de obra.

Total Ud.	266,00	51,27	13.637,82
-----------	--------	-------	-----------

1.11 Ud. Estructura SOLAR BLOC de 18° para 266 placas solares de 445 Wp tipo Risen Solar RSM156-6-445M ó similares instaladas en suelo, con todos sus accesorios, tornillería, etc., completamente instalada. Totalmente instalado y conexionado, con p.p. de mano de obra.

Total Ud.	1,00	2.789,71	2.789,71
-----------	------	----------	----------

1.12 Ud. Pequeño material necesario para la realización de la instalación: tornillería, bridas, conectores, etc.

Total Ud.	1,00	3.448,39	3.448,39
-----------	------	----------	----------

1.13 Ud. Unidades de uso preventivo:

- Equipos de Protección Individual.
- Sistemas de Protección Colectiva.
- Instalaciones provisionales de obra.
- Primeros auxilios y medicina preventiva.
- Señalización.
- Formación Preventiva.

Total Ud.	1,00	2.069,04	2.069,04
-----------	------	----------	----------

Total presupuesto parcial nº1 CAMPO FOTOVOLTAICO : 41.672,94

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

1. CAMPO FOTOVOLTAICO	41.672,94
Total :	41.672,94

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUARENTA Y UN MIL SEISCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

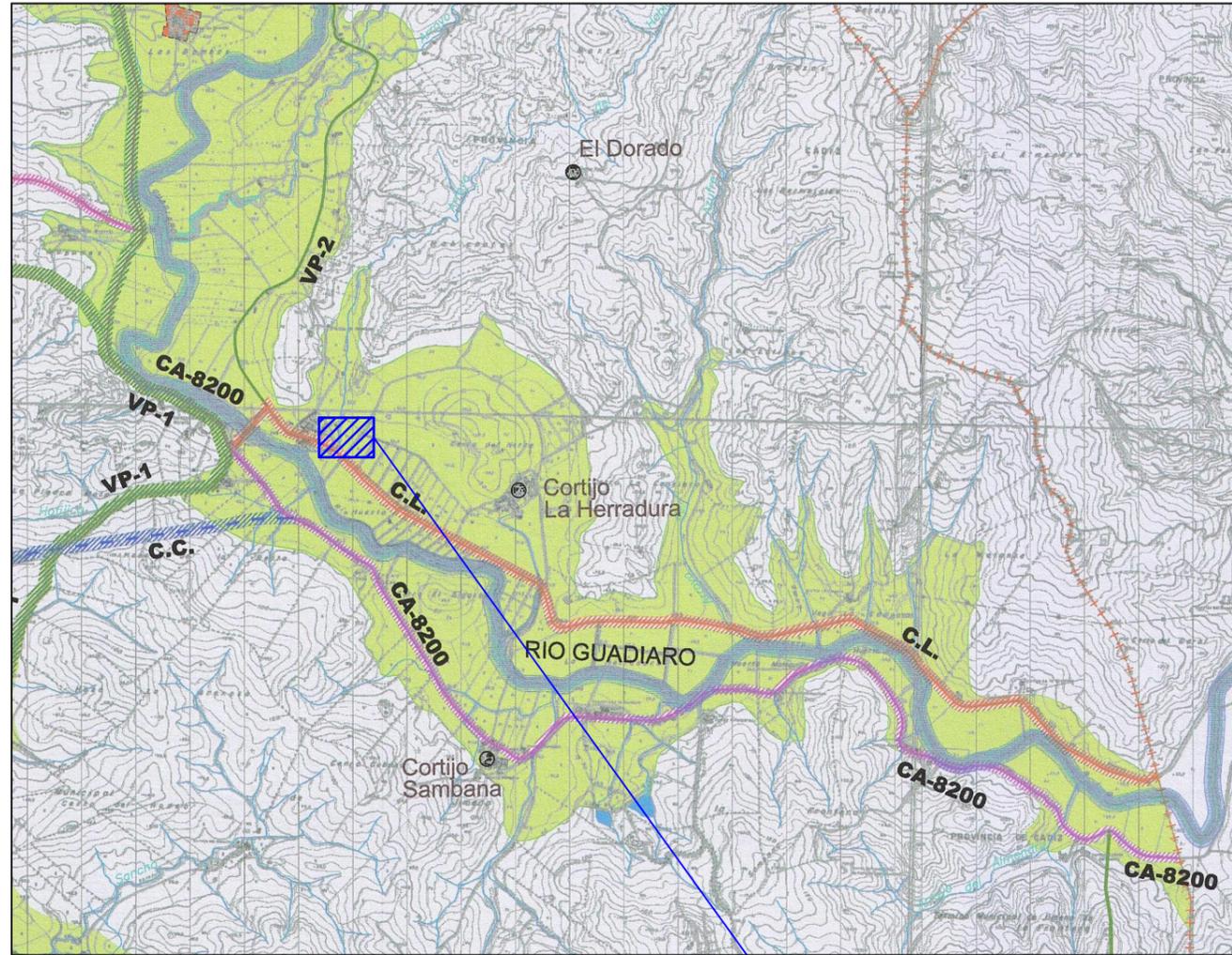
VALLADOLID, Septiembre de 2021

Fdo: David Conrado Choya
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 15038 COIIM

PLANOS

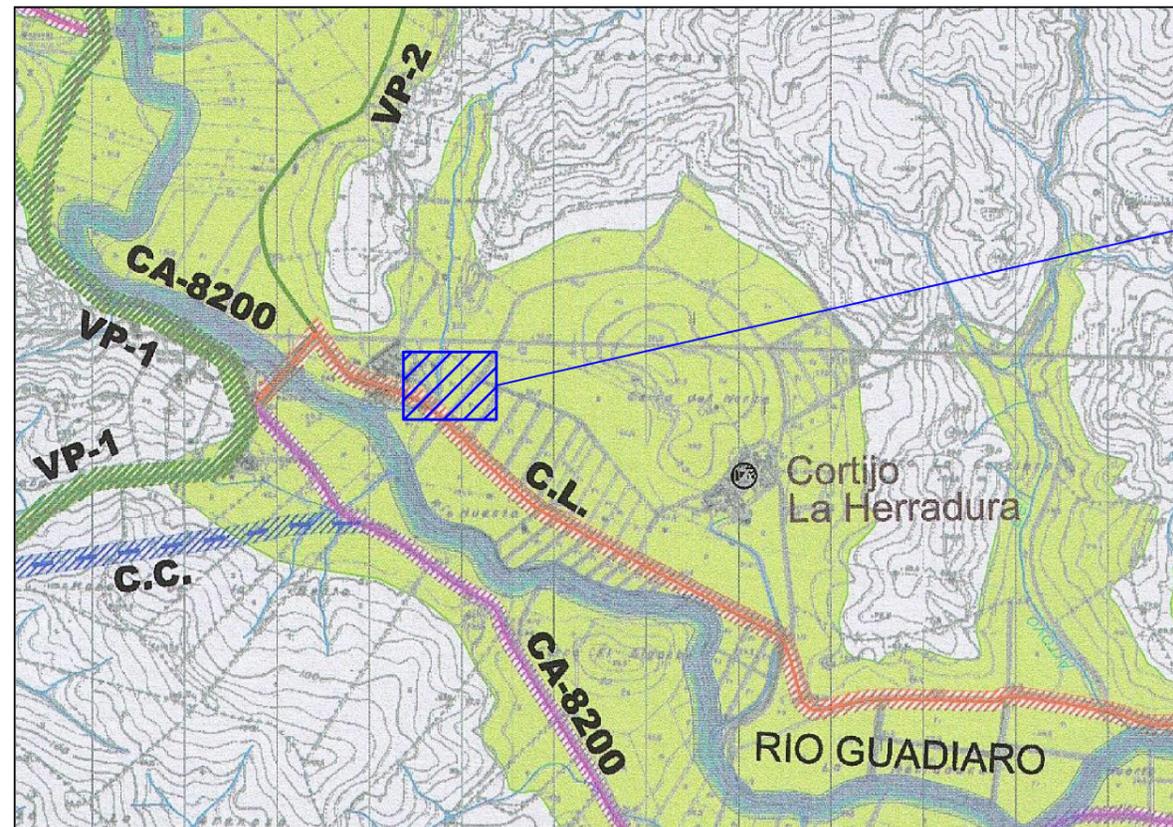
ÍNDICE

- 1.- Emplazamiento según normas subsidiarias
- 2.- Situación
- 3.- Parcela con acotaciones a dominio público
- 4.- Parcela con acotaciones
- 5.- Red de Baja Tensión
- 6.- Detalle estructura SOLAR BLOC
- 7.- Distribución estructura
- 8.- Puesta a Tierra del campo solar
- 9.- Configuración elementos campo solar
- 10.- Conexionado campo solar
- 11.- Esquema unifilar de la instalación
- 12.- Unifilar Cuadros



ESCALA 1/40.000

ESCALA 1/25.000



PROYECTO

I.- PROTECCIÓN ESPECIAL POR LEGISLACIÓN ESPECÍFICA	
	PARQUE NATURAL DE LOS ALCORNOCALES
	SIERRA DEL ALJIBE CS-2
	DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
VIAS PECUARIAS DESLINDADAS	
	VP-1 CAÑADA REAL DE GAUCÍN
	VP-4 CAÑADA REAL DE LOS ANGELES
	VP-5 CAÑADA REAL DE MANILVA
BIENES DE INTERES CULTURAL	
	FERROCARRIL (DOMINIO PÚBLICO Y SERVIDUMBRE)
CARRETERAS EXISTENTES (DOMINIO PÚBLICO Y SERVIDUMBRE)	
	A-405 CARRETERA AUTONÓMICA A-405 (DOMINIO PÚBLICO Y SERVIDUMBRE)
	A-2101 CARRETERA AUTONÓMICA A-2101 (DOMINIO PÚBLICO Y SERVIDUMBRE)
	CA-8200 CARRETERA COMARCAL CA-8200 (DOMINIO PÚBLICO Y SERVIDUMBRE)
	CA-8201 CARRETERA COMARCAL CA-8201 (DOMINIO PÚBLICO Y SERVIDUMBRE)
	CA-9200 CARRETERA COMARCAL CA-9200 (DOMINIO PÚBLICO Y SERVIDUMBRE)
	C.L. CARRETERA LOCAL (DOMINIO PÚBLICO Y SERVIDUMBRE)
	C.R. VIAS RURALES
II.- ESPECIAL PROTECCIÓN POR PLANIFICACIÓN TERRITORIAL O URBANÍSTICA	
	CURSOS FLUVIALES
	GEOTECNIA DESFAVORABLE
	REGADÍO ACTUAL Y POTENCIAL
	PROTECCIÓN ESPACIAL PAISAJE
VIAS PECUARIAS NO DESLINDADAS	
	VP-2 VEREDA DE GAMERO
	VP-3 CAÑADA REAL DE HINOJERA
	VP-6 CORDEL ROSAS DE ESPAÑA
	VP-7 CORDEL DEL ALMENDRO
	PROTECCIÓN ARQUEOLÓGICA
	HUERTOS FAMILIARES (NORMA PARTICULAR A-10)
CARRETERAS NO EJECUTADAS (DOMINIO PÚBLICO Y SERVIDUMBRE)	
	EJE NORTE-SUR: (VARIANTE PROPUESTA)
	C.C. CARRETERA COMARCAL ALCALÁ-MANILVA (VARIANTE PROPUESTA)
	C.L. CARRETERA LOCAL: VARIANTE PROPUESTA
III.- SUELO NO URBANIZABLE DE PRESERVACIÓN DEL CARÁCTER NATURAL O RURAL	
	AGROPECUARIO
IV.- HABITAT RURAL DISEMINADO	
	HABITAT RURAL DISEMINADO DELIMITADO
	HABITAT RURAL DISEMINADO NO DELIMITADO

INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE EXCEDENTES EN SUELO



SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29, LA HERRADURA, JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

CLIENTE: CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.

PLANO DE: EMPLAZAMIENTO SEGÚN NORMAS SUBSIDIARIAS

ESCALA: E/V

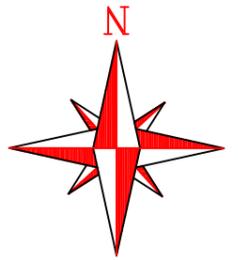
EL INGENIERO INDUSTRIAL:
DAVID CONRADO CHOYA

DIBUJADO: David Cartón 13/09/2021
REVISIÓN:

1



ESCALA 1:50.000



ESCALA 1:20.000



ESCALA 1:3.500

INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW
 PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE
 EXCEDENTES EN SUELO



SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29,
 LA HERRADURA,
 JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

CLIENTE:
 CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.

PLANO DE: SITUACIÓN

ESCALA:
 EV

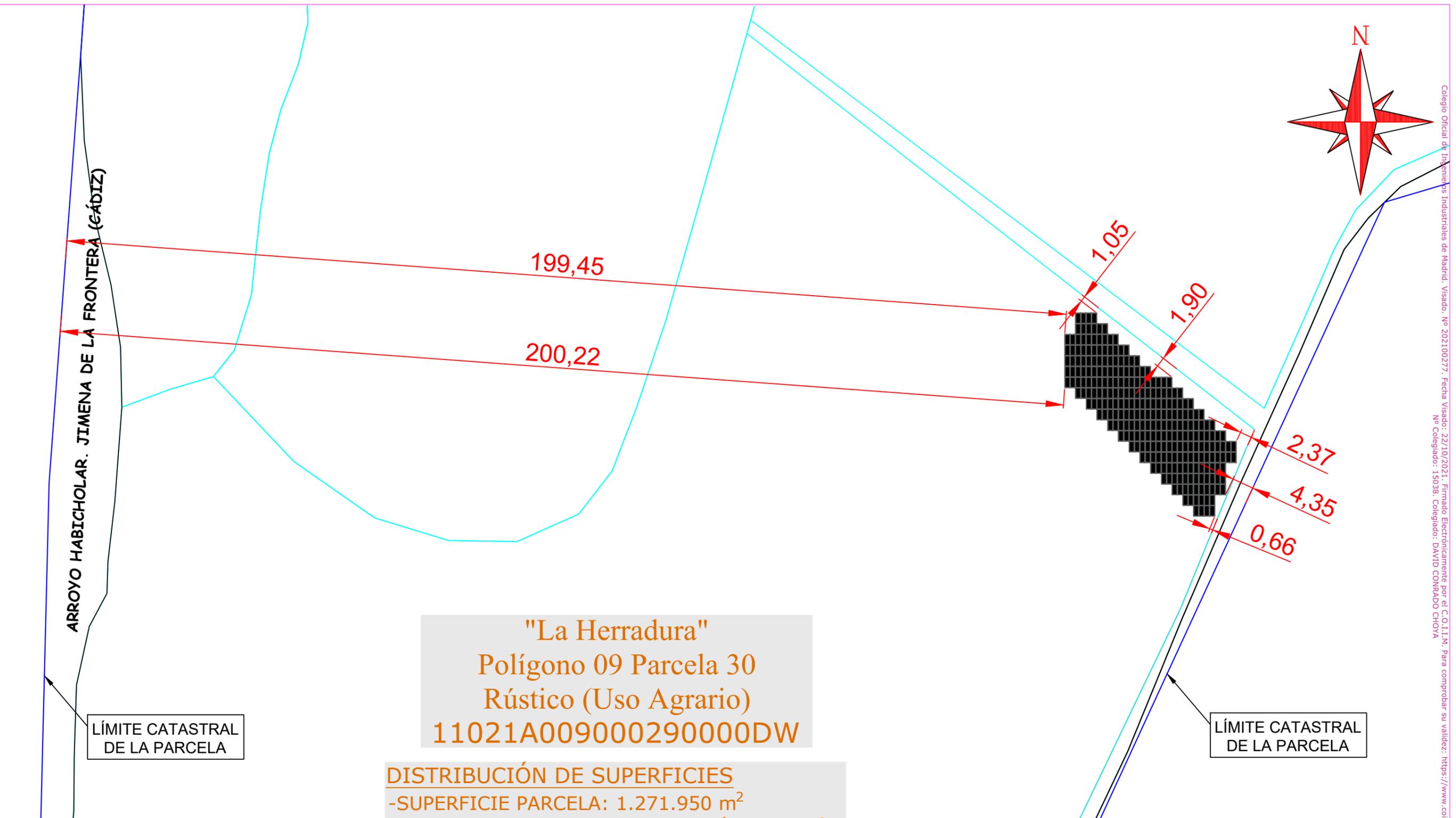
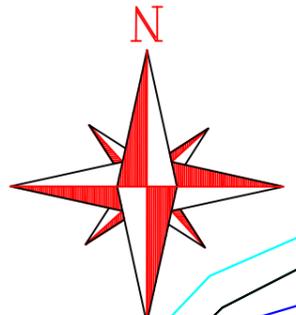
EL INGENIERO INDUSTRIAL:

 DAVID CONRADO CHOYA

DIBUJADO: David Cartón 13/09/2021

REVISIÓN:

2



"La Herradura"
 Polígono 09 Parcela 30
 Rústico (Uso Agrario)
 11021A009000290000DW

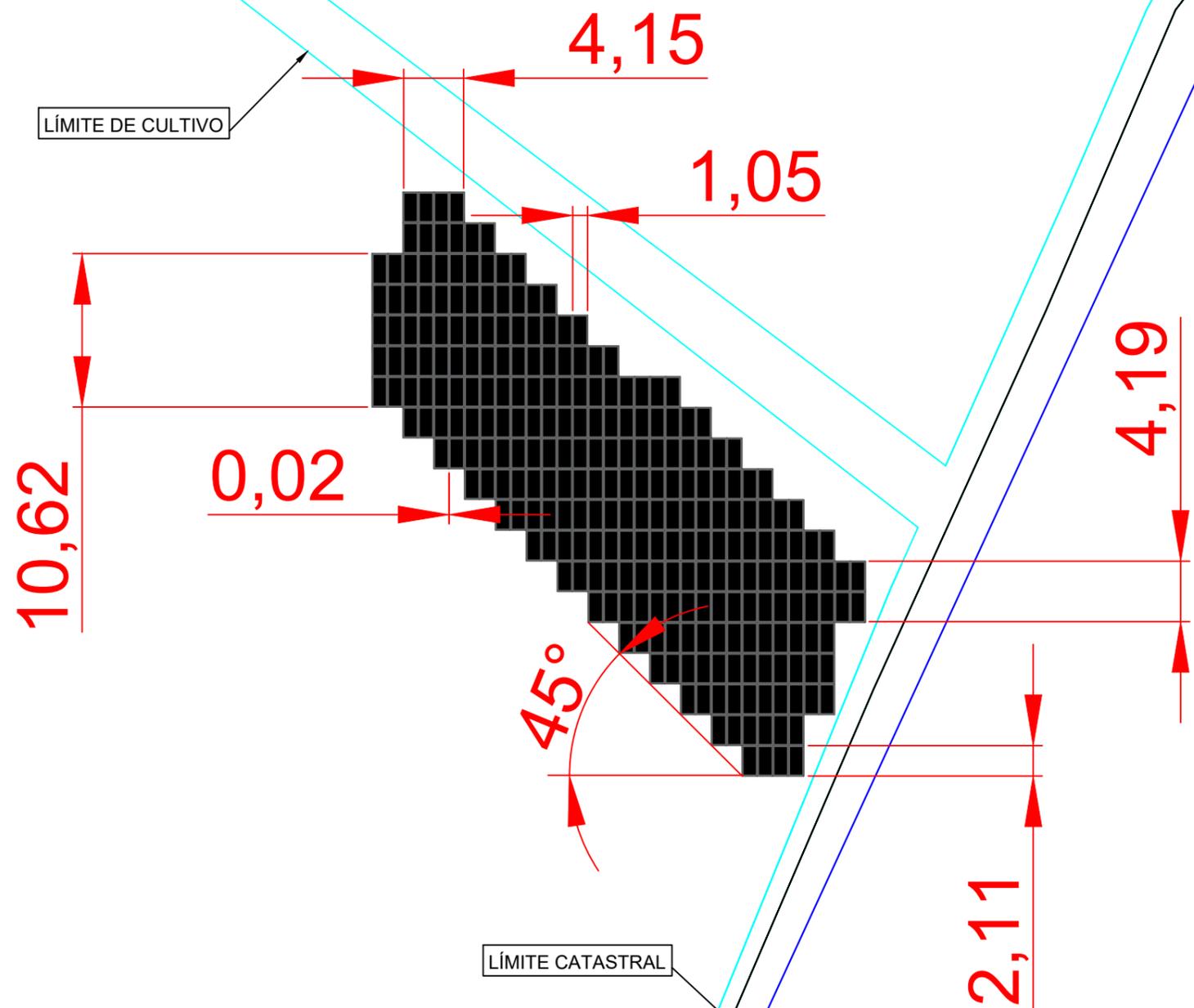
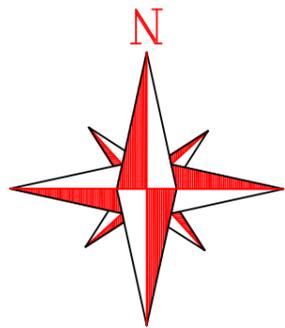
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES
 -SUPERFICIE PARCELA: 1.271.950 m²
 -SUPERFICIE OCUPADA INSTALACIÓN: 600 m²
 -SUPERFICIE CONSTRUCCIONES 237 m²

RETRANQUEOS
 -CALZADAS: >20 m
 -RIBERA RÍO: >40 m

LÍMITE CATASTRAL DE LA PARCELA

LÍMITE CATASTRAL DE LA PARCELA

INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE EXCEDENTES EN SUELO		SII grupo
SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29, LA HERRADURA, JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)	CLIENTE: CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.	
PLANO DE: PARCELA CON ACOTACIONES A DOMINIO PÚBLICO	ESCALA: 1:750	
EL INGENIERO INDUSTRIAL: DAVID CONRADO CHOYA	DIBUJADO: David Cartón 16/09/2021	3
REVISIÓN:		



INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW
PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE
EXCEDENTES EN SUELO



SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29,
LA HERRADURA,
JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

CLIENTE:
CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.

PLANO DE: PARCELA CON ACOTACIONES

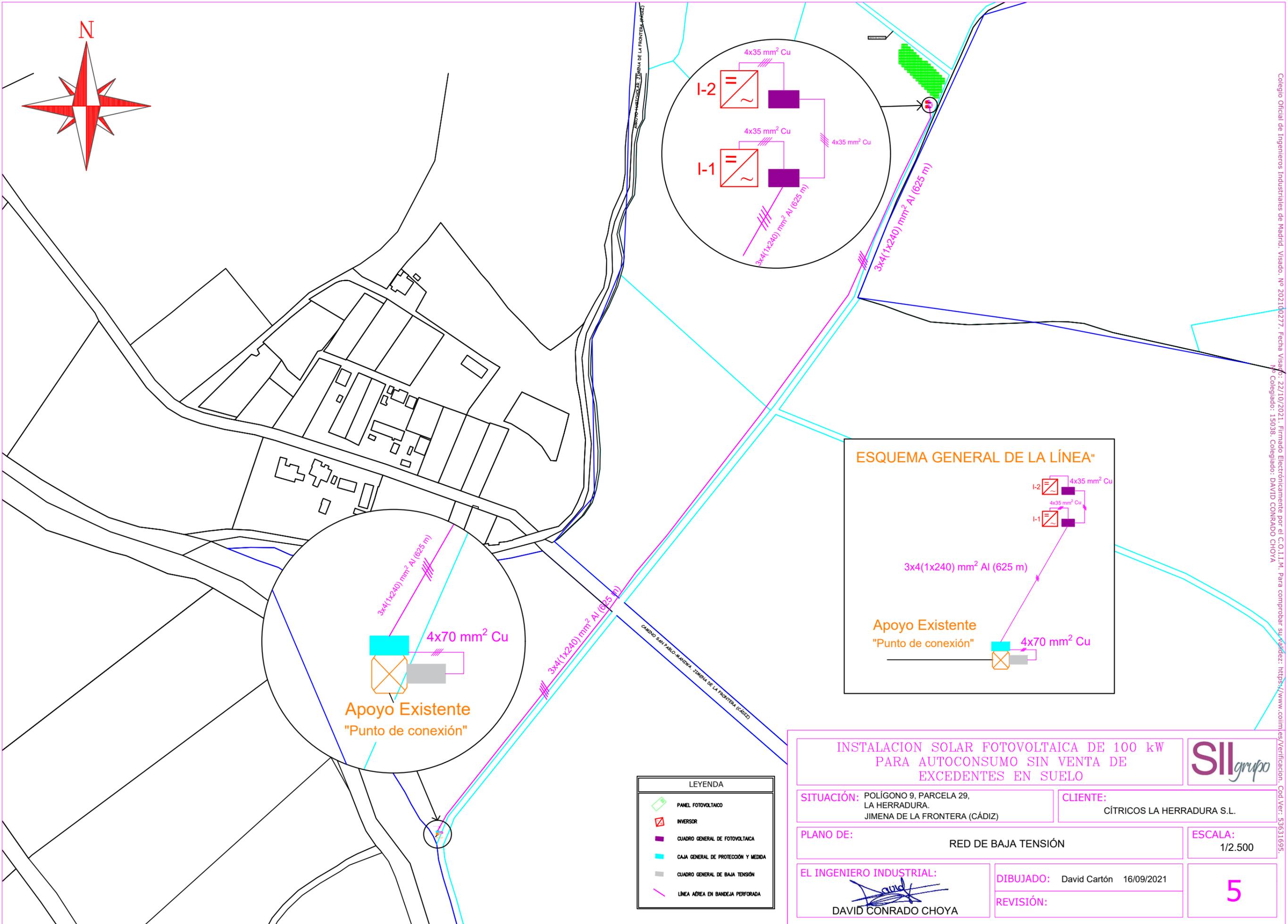
ESCALA:
1.400

EL INGENIERO INDUSTRIAL:

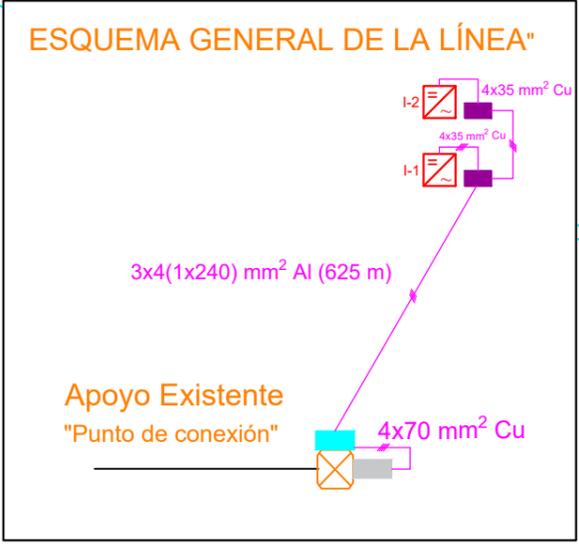
DAVID CONRADO CHOYA

DIBUJADO: David Cartón 13/09/2021
REVISIÓN:

4



LEYENDA	
	PANEL FOTOVOLTAICO
	INVERSOR
	CUADRO GENERAL DE FOTOVOLTAICA
	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION
	LÍNEA AÉREA EN BANDEJA PERFORADA



INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE EXCEDENTES EN SUELO



SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29, LA HERRADURA, JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

CLIENTE: CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.

PLANO DE: RED DE BAJA TENSION

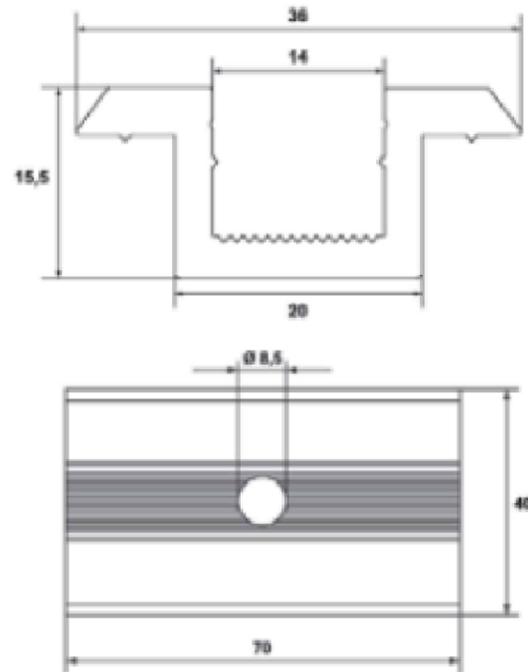
ESCALA: 1/2.500

EL INGENIERO INDUSTRIAL:

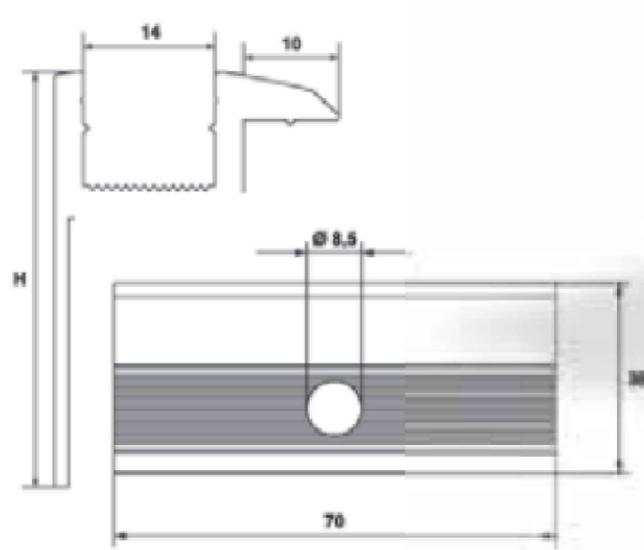
 DAVID CONRADO CHOYA

DIBUJADO: David Cartón 16/09/2021
REVISIÓN:

5



Grapa intermedia



Grapa final



Estructura SOLAR BLOC 18°

INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW
PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE
EXCEDENTES EN SUELO

SII grupo

SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29,
LA HERRADURA,
JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

CLIENTE: CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.

PLANO DE: DETALLE ESTRUCTURA SOLAR BLOC

ESCALA:
SE

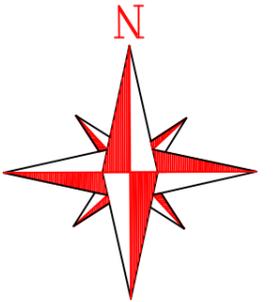
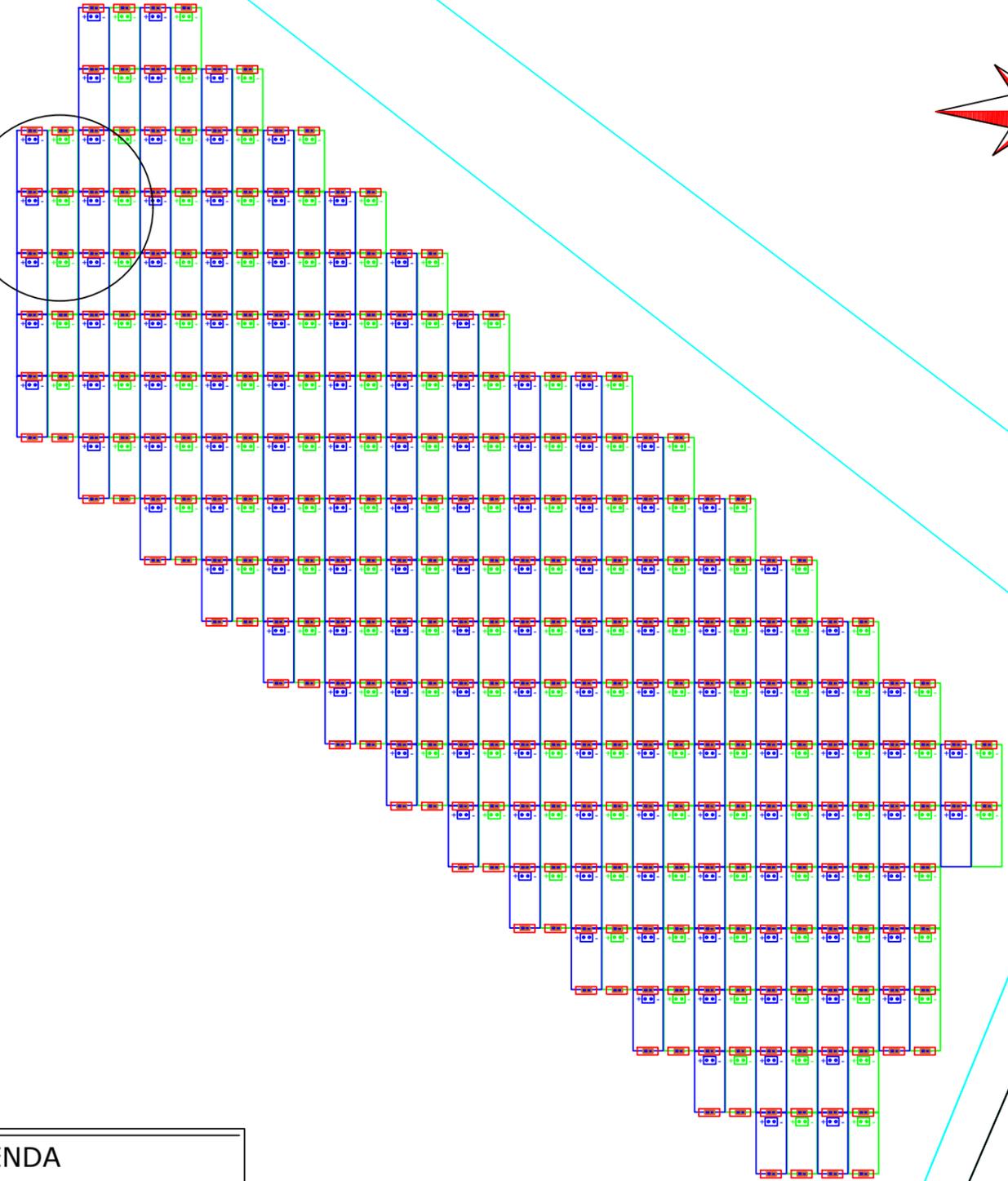
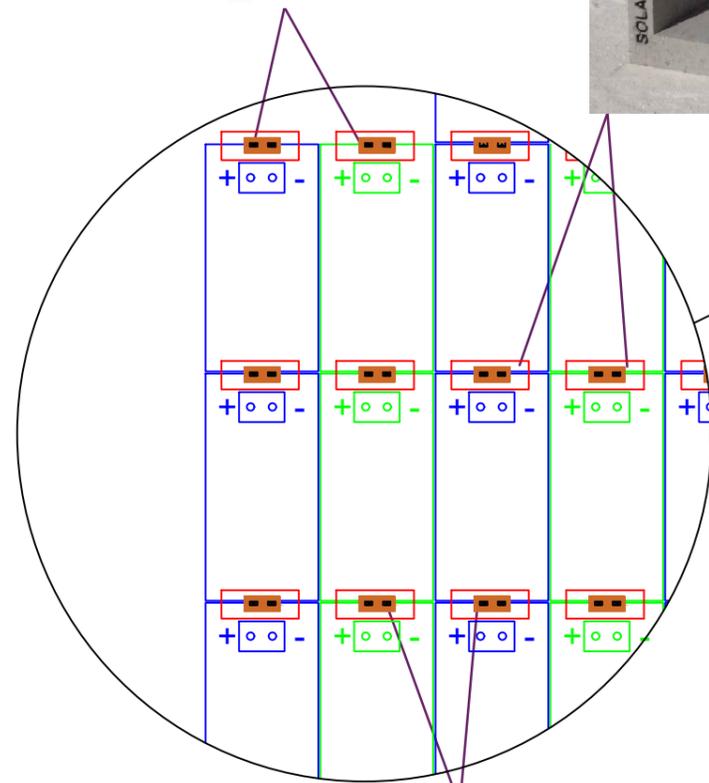
EL INGENIERO INDUSTRIAL:

DAVID CONRADO CHOYA

DIBUJADO: David Cartón 13/09/2021

REVISIÓN:

6



LEYENDA

-  PANEL FOTOVOLTAICO CON ORIENTACIÓN ESTE
-  PANEL FOTOVOLTAICO CON ORIENTACIÓN OESTE
-  SOLAR BLOCK
-  GRAPAS ANCLAJE A SOLAR BLOC

INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE EXCEDENTES EN SUELO



SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29,
LA HERRADURA,
JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

CLIENTE:
CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.

PLANO DE:
DISTRIBUCIÓN ESTRUCTURA

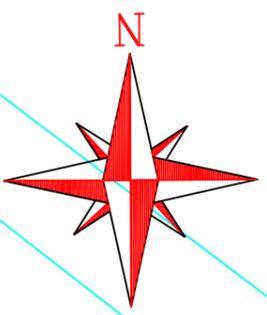
ESCALA:
1:200

EL INGENIERO INDUSTRIAL:

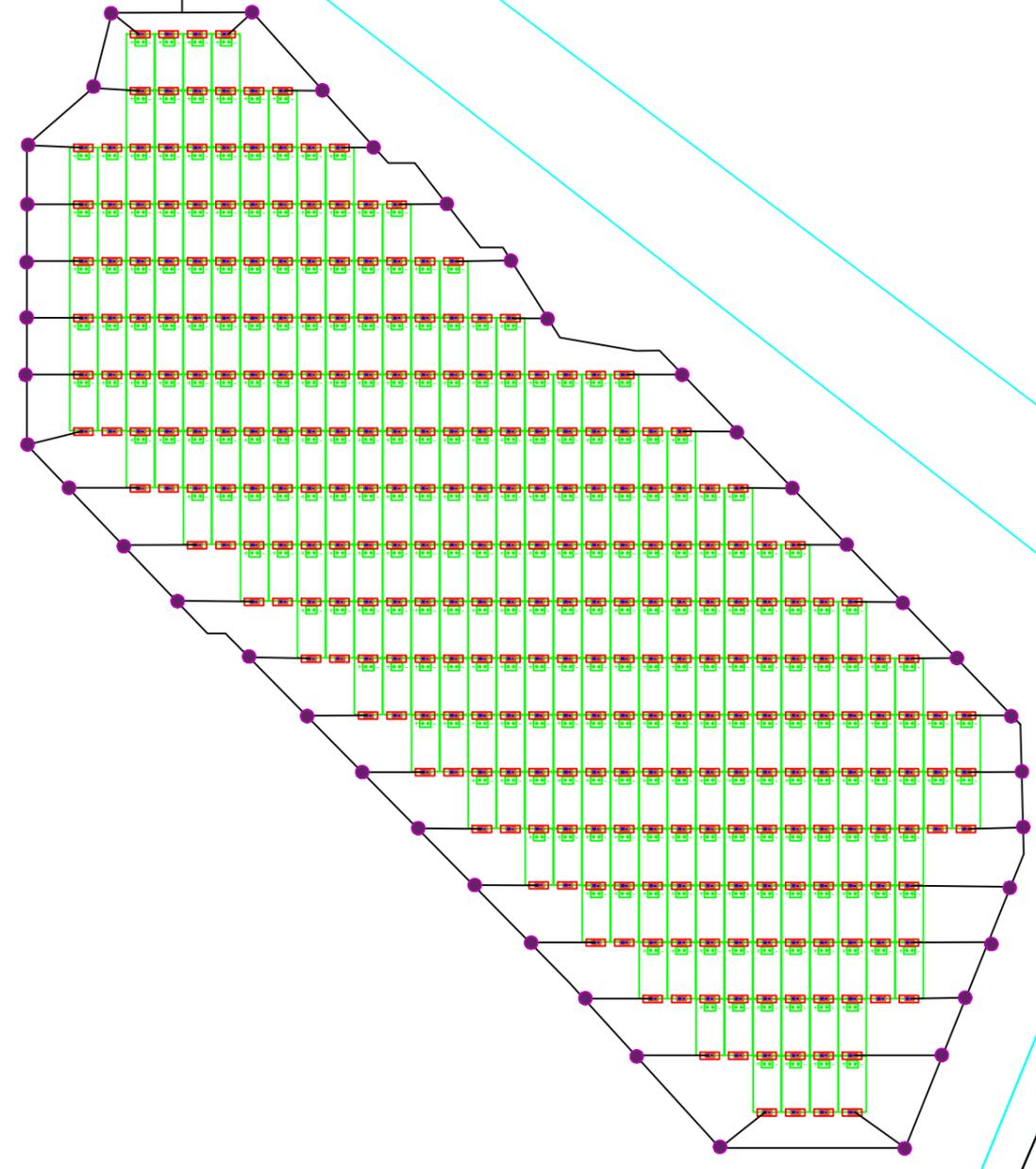
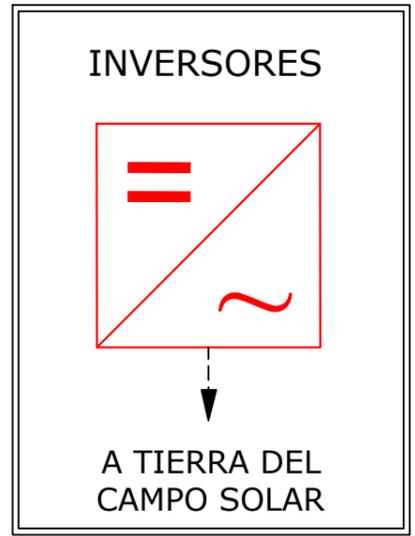
DAVID CONRADO CHOYA

DIBUJADO: David Cartón 13/09/2021
REVISIÓN:

7



A INSTALACIÓN DE TIERRA DEL CAMPO SOLAR



LEYENDA	
	PANEL FOTOVOLTAICO
	SOLAR BLOCK
	GRAPAS ANCLAJE A SOLAR BLOCK
	PICAS DE TIERRA
	CABLE DESNUDO DE 35 mm2 DE Cu

INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE EXCEDENTES EN SUELO



SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29, LA HERRADURA, JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

CLIENTE: CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.

PLANO DE: PUESTA A TIERRA DEL CAMPO SOLAR

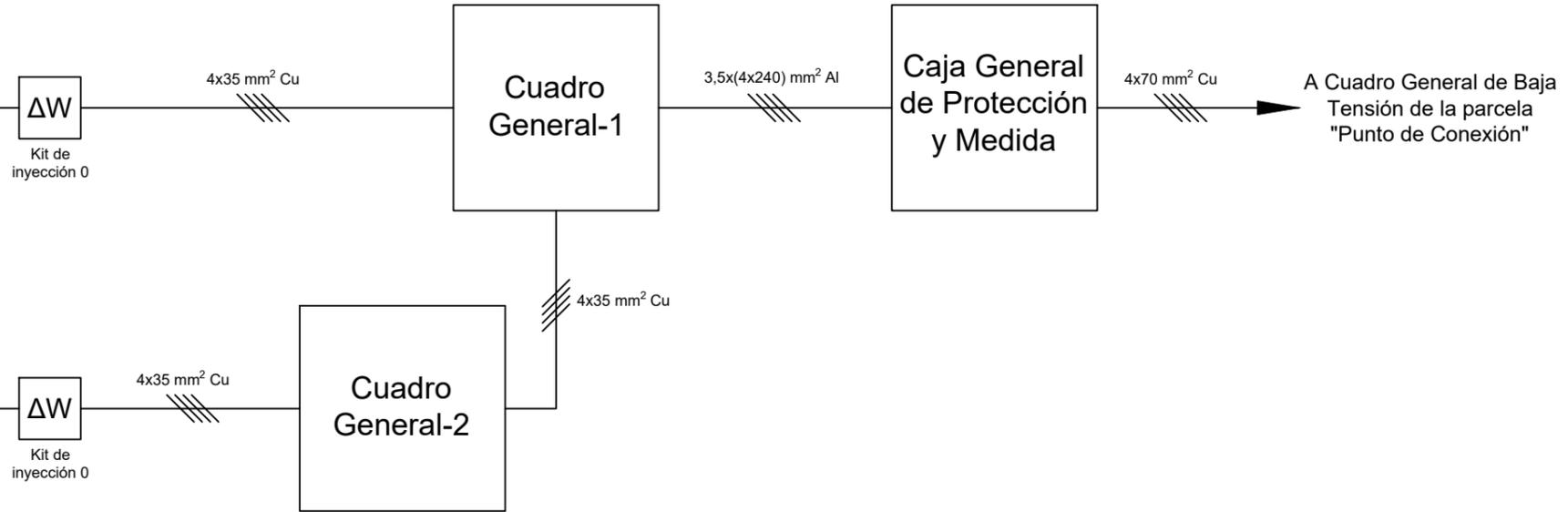
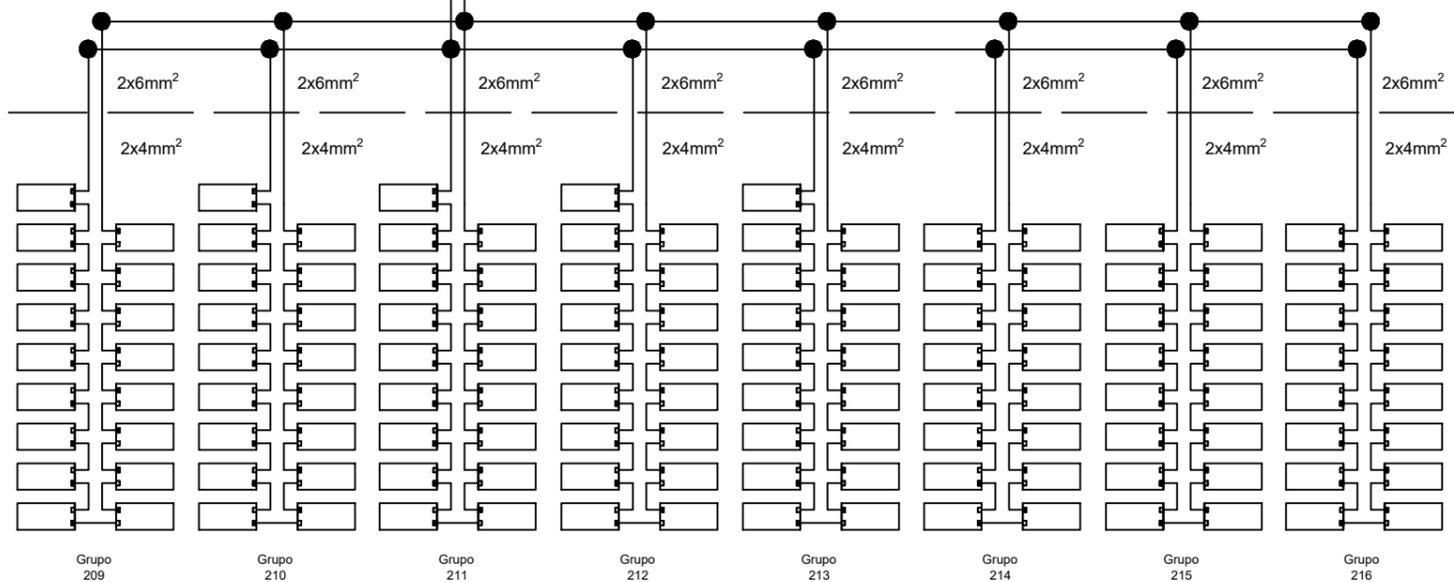
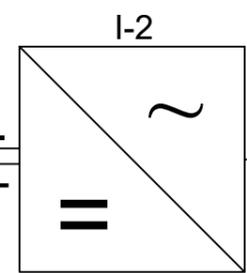
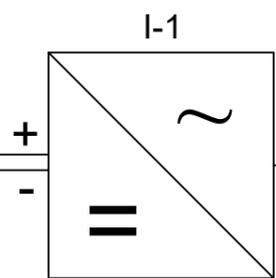
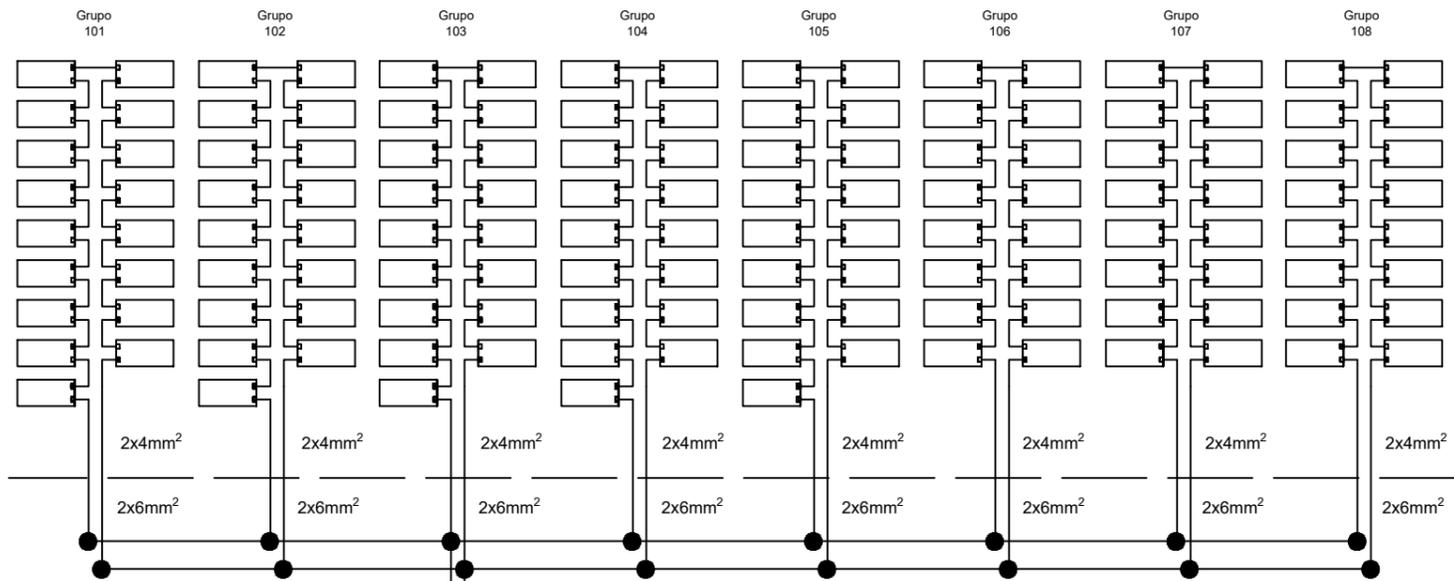
ESCALA: 1:250

EL INGENIERO INDUSTRIAL:

 DAVID CONRADO CHOYA

DIBUJADO: David Cartón 13/09/2021
REVISIÓN:

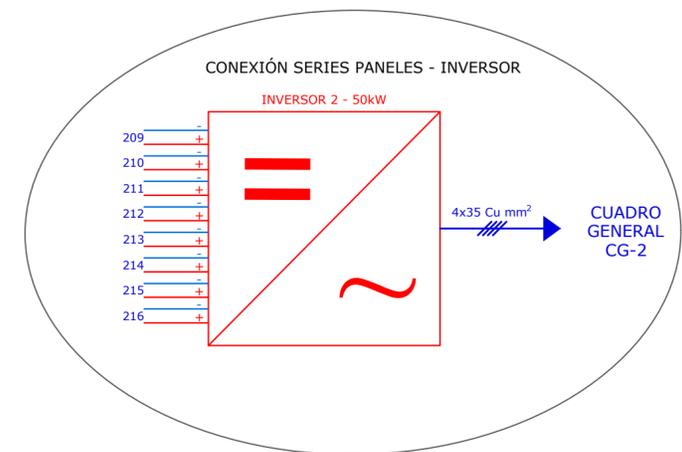
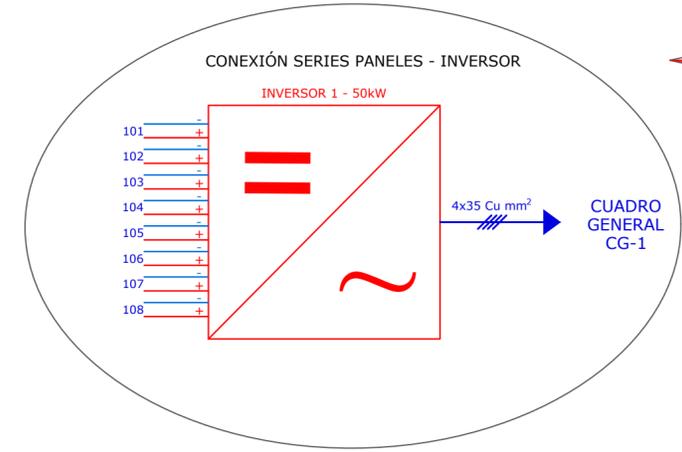
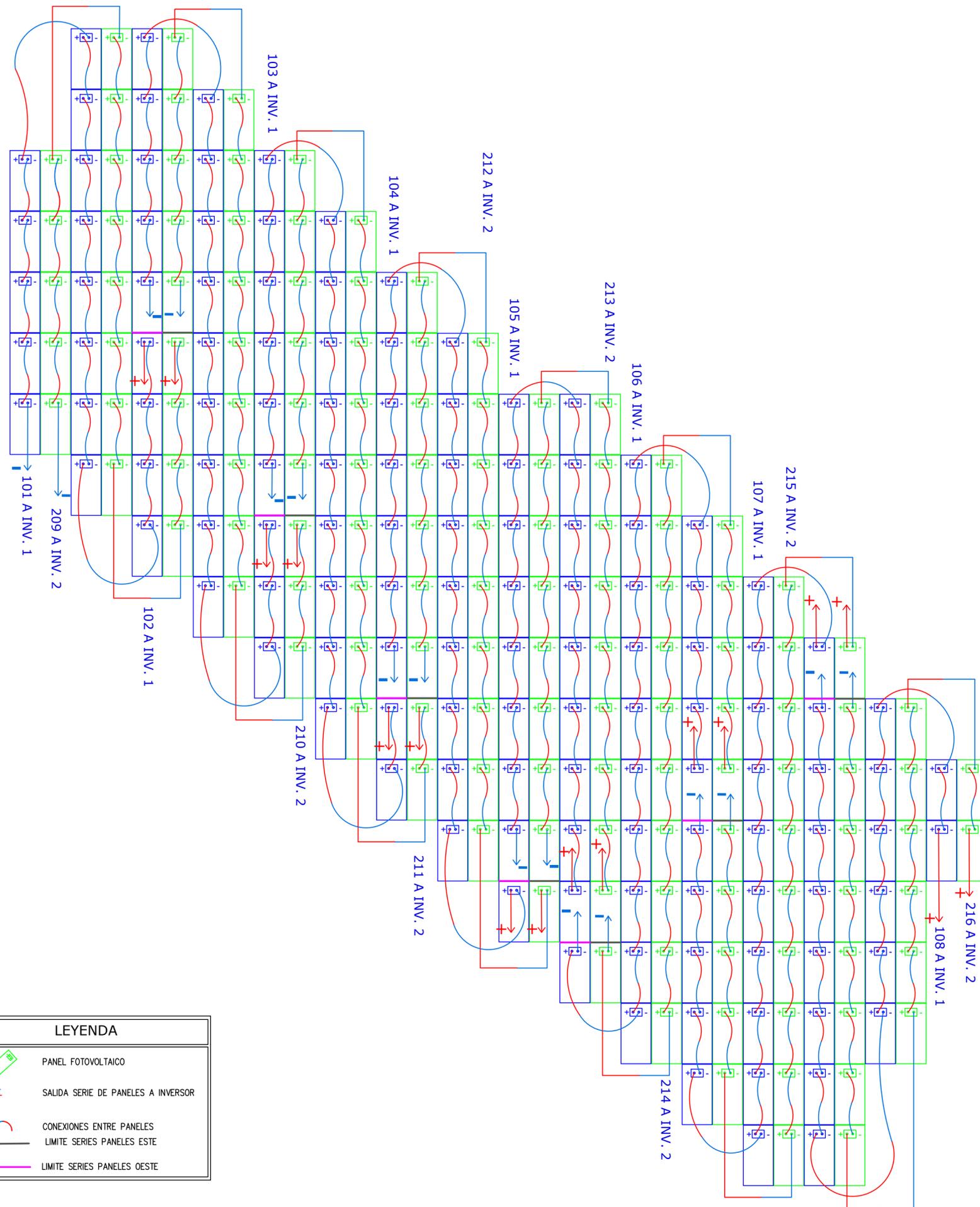
8



☐ PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO DE 445 W RISEN SOLAR TECHNOLOGY - 266 A INSTALAR

CONFIGURACIÓN:
 - 5 RAMAS DE 17 PANELES CONECTADOS EN SERIE
 Y 3 RAMAS DE 16 PANELES CONECTADOS EN SERIE AL INVERSOR I-1
 - 5 RAMAS DE 17 PANELES CONECTADOS EN SERIE
 Y 3 RAMAS DE 16 PANELES CONECTADOS EN SERIE AL INVERSOR I-2

INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE EXCEDENTES EN SUELO		
SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29, LA HERRADURA, JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)	CLIENTE: CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.	
PLANO DE: CONFIGURACIÓN ELEMENTOS CAMPO SOLAR		ESCALA: SE
EL INGENIERO INDUSTRIAL: DAVID CONRADO CHOYA	DIBUJADO: David Cartón 13/09/2021	9
REVISIÓN:		



LEYENDA	
	PANEL FOTOVOLTAICO
	SALIDA SERIE DE PANELES A INVERSOR
	CONEXIONES ENTRE PANELES
	LIMITE SERIES PANELES ESTE
	LIMITE SERIES PANELES OESTE

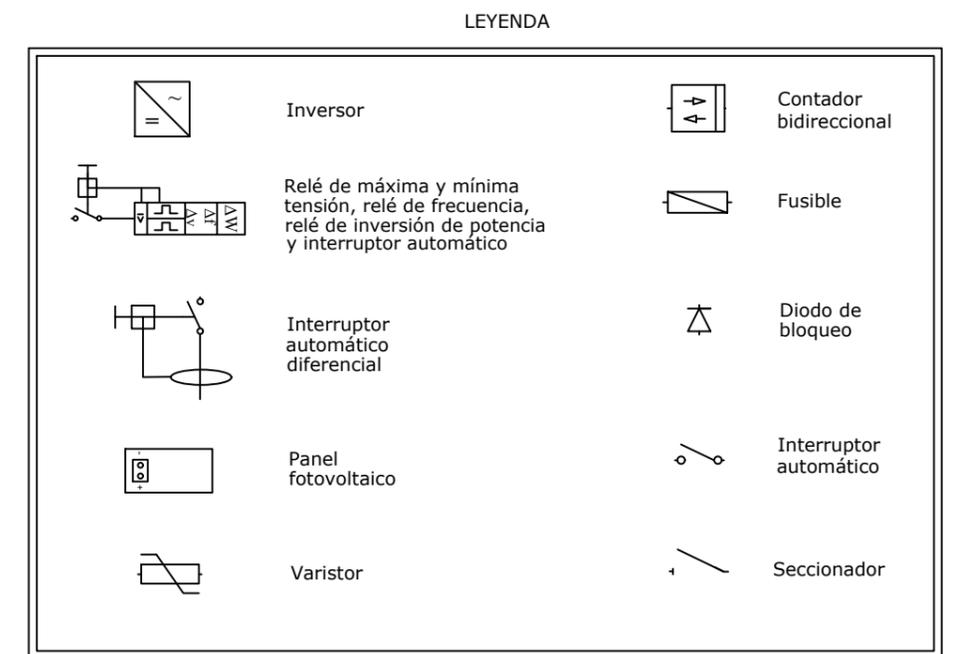
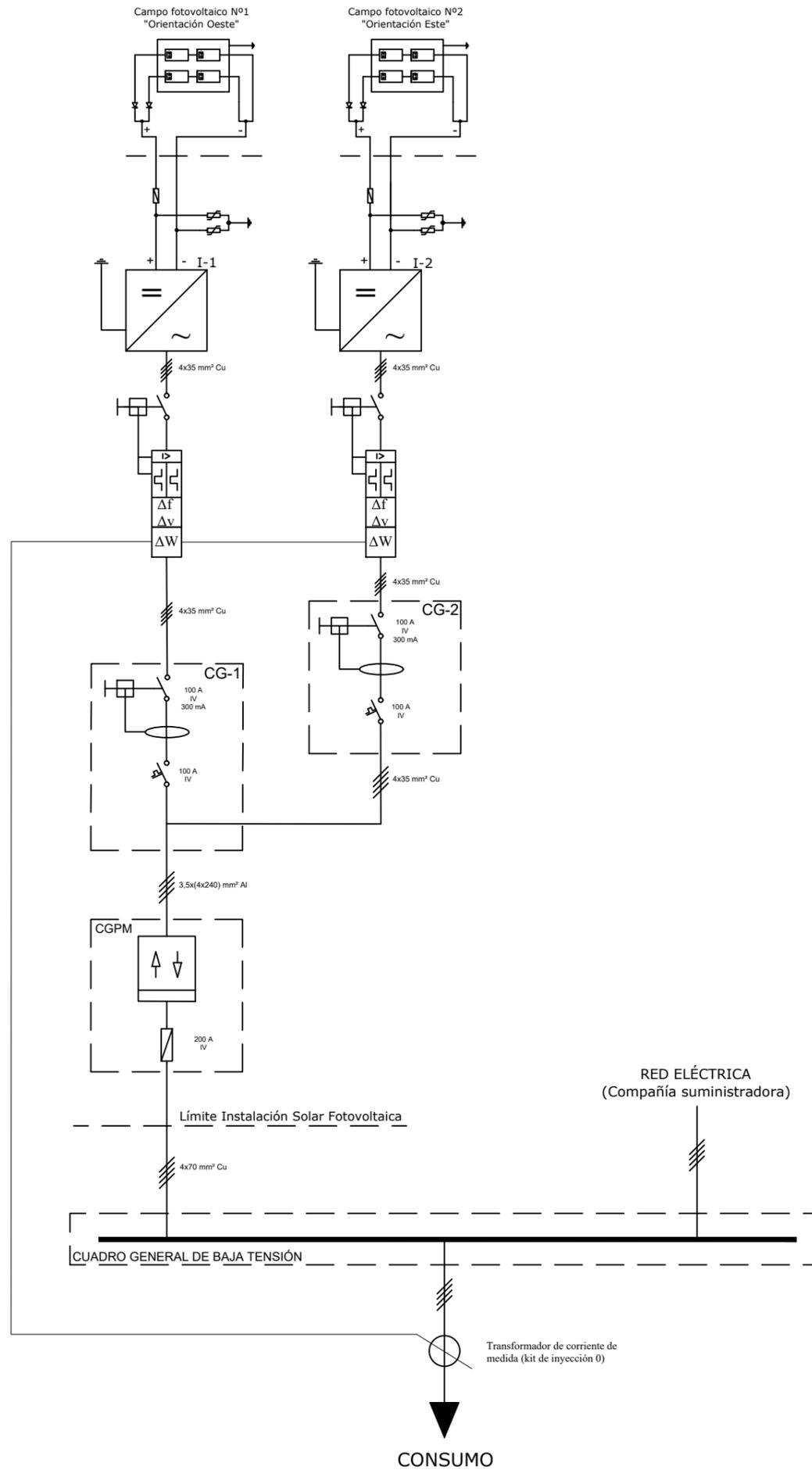
NOTA: Teniendo en cuenta que la estructura empleada para la instalación es este-oeste, la conexión de los paneles tendrá la siguiente estructura:

- INVERSOR 1: Se conectarán los paneles con orientación oeste.
- INVERSOR 2: Se conectarán los paneles con orientación este.

Se tratan de 5 grupos de 17 paneles en serie y 3 grupos de 16 paneles en serie para cada inversor, realizando un cosido de paneles continuo en cada orientación independiente; las 5 primeras series comenzando desde la izquierda son las correspondientes a los 5 grupos de 17 paneles y continúan los 3 grupos restantes de 16 paneles en serie para cada orientación.

En el presente plano se detalla la conexión de los paneles, el nombre que recibe cada serie es una continuación directa de la serie anterior

INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE EXCEDENTES EN SUELO		
SITUACIÓN: POLIGONO 9, PARCELA 29, LA HERRADURA, JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)	CLIENTE: CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.	
PLANO DE: CONEXIONADO CAMPO SOLAR	ESCALA: 1:110	10
EL INGENIERO INDUSTRIAL: DAVID CONRADO CHOYA	DIBUJADO: David Cartón 13/09/2021 REVISIÓN:	



NOTA: Los calibres de las protecciones se reflejan en el plano siguiente

**INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW
PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE
EXCEDENTES EN SUELO**

SII grupo

SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29,
LA HERRADURA,
JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

CLIENTE:
CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.

PLANO DE:
ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN

ESCALA:
SE

EL INGENIERO INDUSTRIAL:

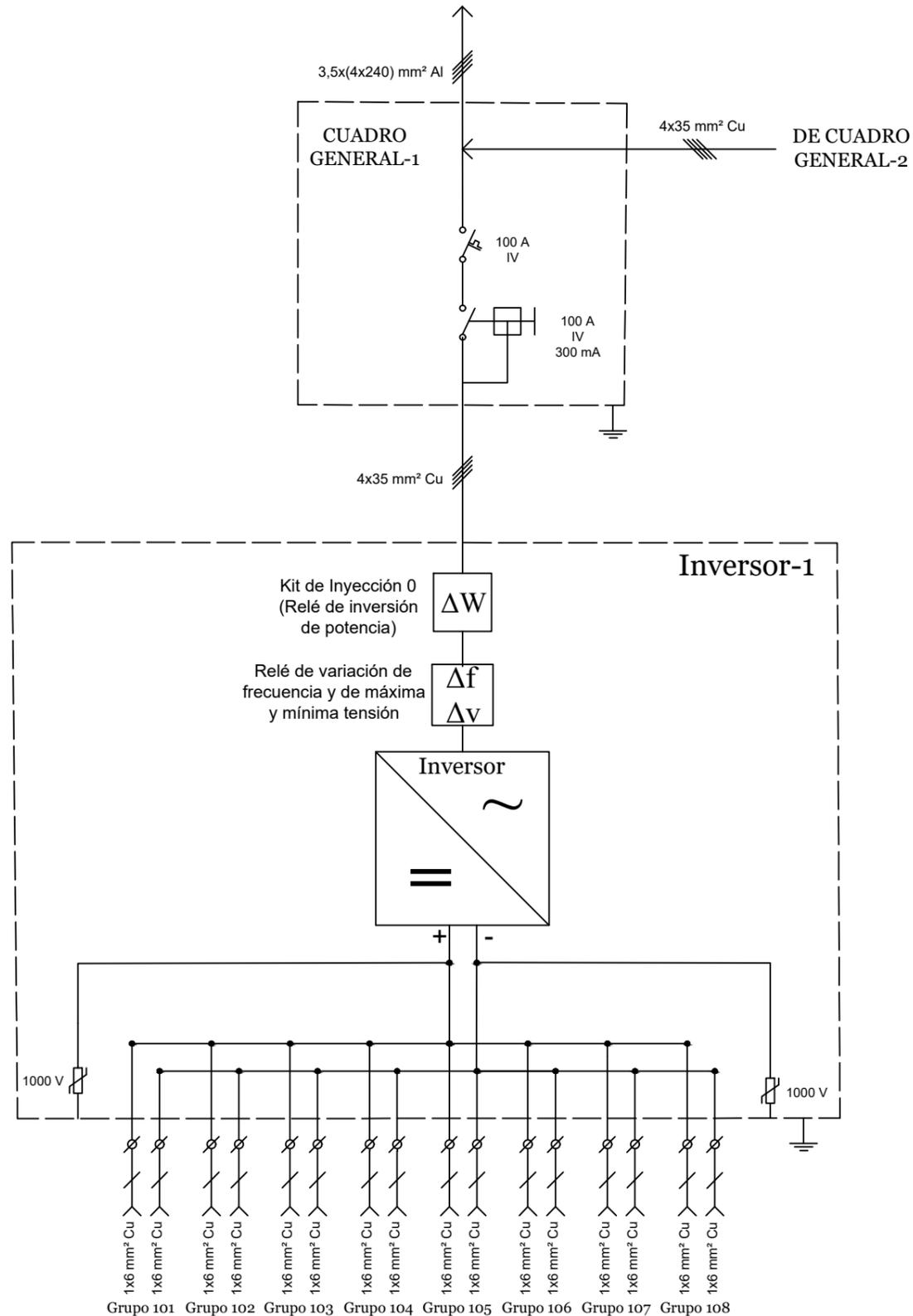
DAVID CONRADO CHOYA

DIBUJADO: David Cartón 13/09/2021
REVISIÓN:

11

ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR-1 Y CUADRO GENERAL-1

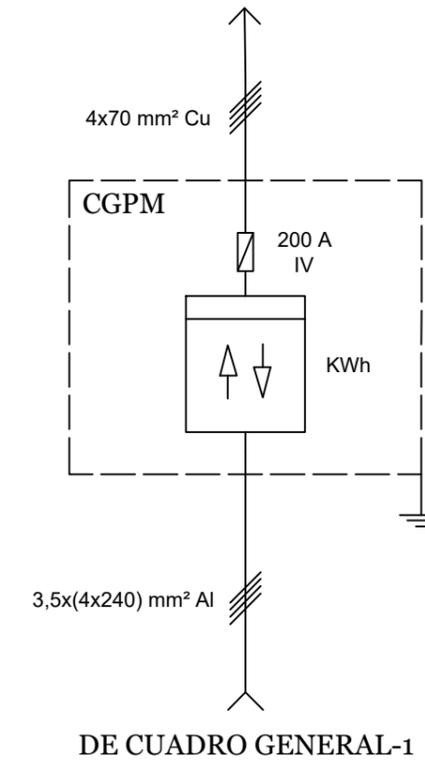
A CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA



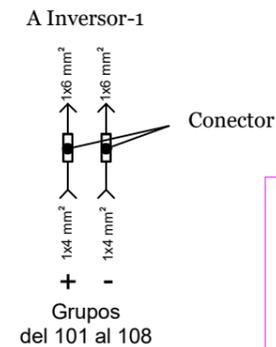
ESQUEMA UNIFILAR CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

A CUADRO GENERAL DE B.T. DE LA PARCELA

"Punto de conexión"



Conectores para
cambio de sección a la
salida de cada grupo



INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW
PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE
EXCEDENTES EN SUELO

SII grupo

SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29,
LA HERRADURA,
JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

CLIENTE:
CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.

PLANO DE: ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR Y CUADRO GENERAL-1

ESCALA:
SE

EL INGENIERO INDUSTRIAL:

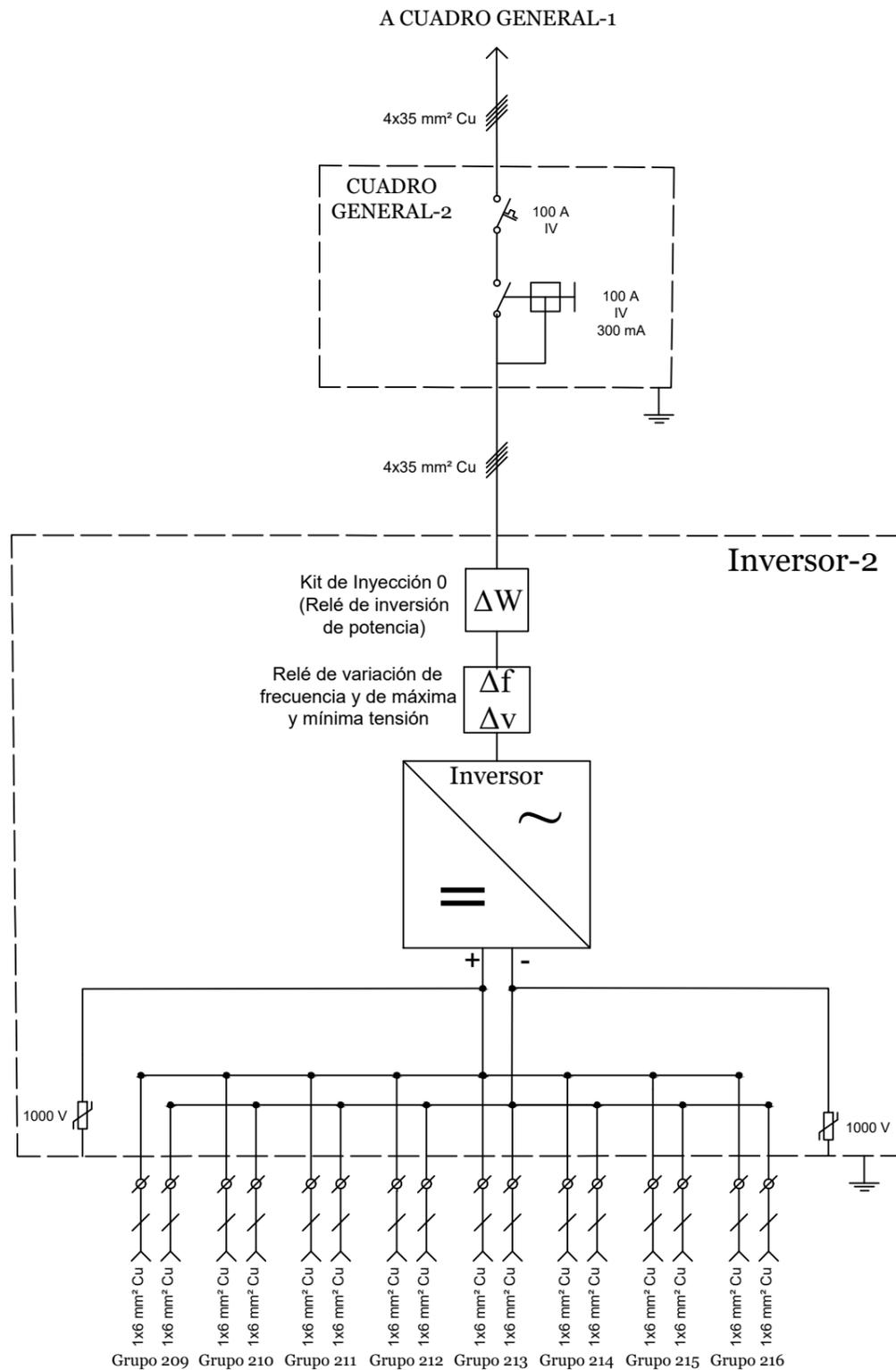
DAVID CONRADO CHOYA

DIBUJADO: Rubén Herrera 25/01/2021

REVISIÓN:

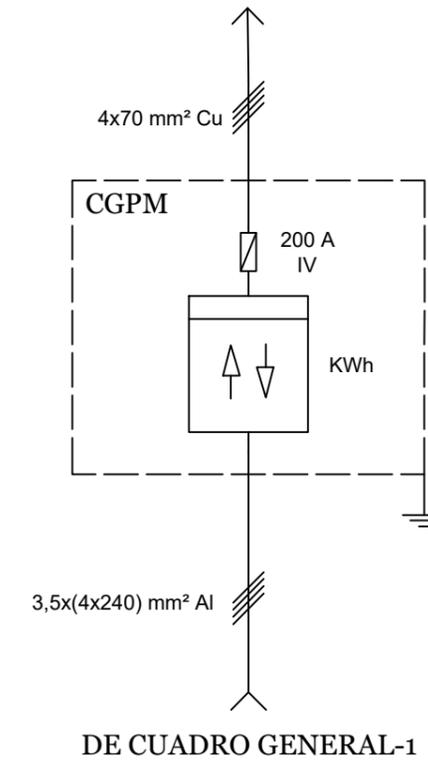
12.1

ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR-2 Y CUADRO GENERAL-2

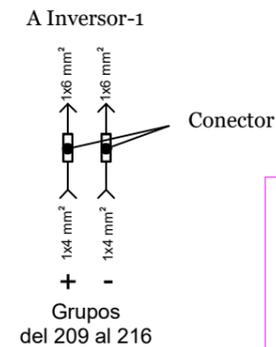


ESQUEMA UNIFILAR CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

A CUADRO GENERAL DE B.T. DE LA PARCELA
"Punto de conexión"



Conectores para
cambio de sección a la
salida de cada grupo



INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW
PARA AUTOCONSUMO SIN VENTA DE
EXCEDENTES EN SUELO

SII grupo

SITUACIÓN: POLÍGONO 9, PARCELA 29,
LA HERRADURA,
JIMENA DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

CLIENTE:
CÍTRICOS LA HERRADURA S.L.

PLANO DE: ESQUEMA UNIFILAR INVERSOR Y CUADRO GENERAL-2

ESCALA:
SE

EL INGENIERO INDUSTRIAL:

DAVID CONRADO CHOYA

DIBUJADO: David Cartón 13/09/2021
REVISIÓN:

12.2