



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Estudio técnico económico de una planta solar fotovoltaica de 600 kW sobre estructura fija y conectada a la red, destinada a la venta de la energía eléctrica producida y situada en el término municipal de Villena, Alicante

Grado en Ingeniería Eléctrica

Autor/a: *Gandía Solera, Irene*

Fecha: Julio del 2020

RESUMEN

Este documento es un trabajo de fin de grado en el que se proyecta una instalación fotovoltaica de conexión a red de 600 kW. La instalación está destinada a producir y vender energía eléctrica.

El presente se conforma de diferentes partes las cuales pretenden definir con total claridad todas las características que componen al proyecto. Cuenta con una memoria descriptiva en la que se hace una pequeña introducción a las energías renovables y en especial a la fotovoltaica, los cálculos justificativos que dan carácter al proyecto, un pliego de condiciones, el estudio económico dónde se refleja el coste de la instalación, un estudio de seguridad y salud, y los planos que nos ayudan a visualizar el proyecto.

RESUM

Aquest document és un treball de fi de grau en el qual es projecta una instal·lació fotovoltaica de connexió a xarxa de 600 kW. La instal·lació està destinada a produir i vendre energia elèctrica.

El present es conforma de diferents parts les quals pretenen definir amb total claredat totes les característiques que componen al projecte. Compta amb una memòria descriptiva en la qual es fa una xicoteta introducció a les energies renovables i especialment a la fotovoltaica, els càlculs justificatius que donen caràcter al projecte, un plec de condicions, l'estudi econòmic on es reflecteix el cost de la instal·lació, un estudi de seguretat i salut, i els plans que ens ajuden a visualitzar el projecte.

ABSTRACT

This document is a Final Project in which a 600 kW grid-connected photovoltaic installation is planned. The facility is intended to produce and sell electrical energy.

The project is made up of different parts which aim to define with total clarity all the characteristics that make it up. It has a descriptive memory which a small introduction to renewable energies and especially to photovoltaics, the supporting calculations that give personality to the project, a specification, an economic study where the cost of the installation is reflected, a safety and health study, and the plans that help us visualize the project.

PALABRAS CLAVE

Instalación fotovoltaica, energías renovables.

PALABRES CLAU

Instal·lació fotovoltaica, energies renovables.

KEYWORDS

Photovoltaic installation, renewable energies.

Relación de documentos de conforman el proyecto:

DOCUMENTO N° 1: ÍNDICE

DOCUMENTO N° 2: MEMORIA Y ANEXOS

MEMORIA DESCRIPTIVA

ANEXO I CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ANEXO II PLIEGO DE CONDICIONES

ANEXO III ESTUDIO ECONÓMICO

ANEXO IV ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO N° 3: PLANOS

PLANO N° 1: SITUACIÓN

PLANO N° 2: EMPLAZAMIENTO

PLANO N° 3: CARTOGRAFÍA CATASTRAL

PLANO N° 4: PLANTA GENERAL

PLANO N° 5: CONEXIONADO DE LOS PANELES

PLANO N° 6: PERFIL ESTRUCTURA Y CANALIZACIONES

PLANO N° 7: ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN

DOCUMENTO N° 4: CATÁLOGOS

BIBLIOGRAFÍA

DOCUMENTO N° 2: MEMORIA Y ANEXOS

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Objeto y alcance del proyecto	1
2. Antecedentes	1
3. Introducción a las energías renovables	1
3.1. Tipos de energías renovables	2
3.1.1. Energía solar fotovoltaica	2
3.1.2. Energía solar térmica	2
3.1.3. Energía solar termoelectrica	2
3.1.4. Energía eólica	3
3.1.5. Energía hidroeléctrica	3
3.1.6. Energía de la biomasa	3
3.1.7. Energía geotérmica	3
3.1.8. Energía oceánica	3
3.1.9. Energía del hidrógeno	4
3.2. Energía solar fotovoltaica	4
3.2.1. La instalación solar fotovoltaica y sus componentes	4
3.2.2. Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica	5
3.2.2.1. Ventajas	5
3.2.2.2. Inconvenientes	5
3.2.3. La radiación solar	6
3.2.3.1. Radiación solar	6
3.2.3.2. Radiación solar anual sobre una superficie inclinada.	7
3.2.3.3. Irradancia e irradiación	7
3.2.3.4. Modelos de radiación solar mensual y horaria	7
3.2.4. Variables climáticas que afectan al rendimiento	7
3.2.5. Pérdidas en las instalaciones fotovoltaicas	7
3.2.6. Módulos y generadores fotovoltaicos	8
3.2.7. Instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red tradicionales o instalaciones de conexión a red	9
3.3. Situación de las energías renovables en España	10
4. Situación y emplazamiento	10
5. Normativa de aplicación	11
6. Descripción y características de la instalación proyectada	14
6.1. Potencia a instalar	14
6.2. Elección del módulo fotovoltaico	14
6.2.1. Descripción	14
6.2.2. Datos de producción	14
6.2.3. Curvas	15
6.2.4. Características físicas	15
6.2.5. Mantenimiento	15
6.3. Estructura del soporte	16
6.4. Elección del inversor	16
6.4.1. Protecciones	17

6.4.2.	Descripción	17
6.4.3.	Características técnicas	18
6.4.4.	Sistemas de control y protección	18
6.4.5.	Monitorización	19
6.5.	Configuración de bloques de la planta	19
6.6.	Cableado	20
6.6.1.	Cableado del lado de DC	20
6.6.2.	Cableado del lado de AC	22
6.7.	Protecciones	22
6.7.1.	Protecciones de DC	23
6.7.2.	Protecciones de AC	24
6.7.3.	Puesta a tierra	25
6.7.4.	Protección contactos eléctricos	26
6.7.4.1.	Protección contra contactos directos	27
6.7.4.2.	Protección contra los contactos indirectos	27
6.8.	Centro de transformación	27
6.8.1.	Normativa	28
6.8.2.	Calidad medioambiental	28
6.8.3.	Esquema eléctrico	28
6.8.4.	Características	29
6.8.5.	Elementos que lo componen	29
6.8.5.1.	Edificio prefabricado de hormigón	29
6.8.5.2.	PLT-3 GE	30
6.8.5.3.	Red de tierras separadas	31
6.8.5.4.	Iluminación	31
6.8.5.5.	Accesorios	31
6.8.6.	Instalación	32
6.8.7.	Dimensiones	32
6.9.	Dimensionado y conexionado	32

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Objeto y alcance del proyecto

El objeto de este proyecto es el dimensionado de una planta solar fotovoltaica con estructura fija conectada a red y destinada a la venta de energía en la provincia de Alicante. En el presente se describen y justifican las principales características técnicas, eléctricas y de funcionamiento de la instalación, además del procedimiento a seguir para garantizar la seguridad del personal y de la propia instalación.

2. Antecedentes

El sistema energético actual está constituido mayormente por fuentes de combustibles fósiles, con todos los inconvenientes que ello conlleva, medioambiental y socialmente hablando. Por este motivo, y con el fin de reducir el consumo de combustibles fósiles, se ha optado para la realización de este proyecto una fuente de energía limpia a la vez que inagotable, el Sol.

Las instalaciones fotovoltaicas son una fuente de suministro eléctrico que, al contrario de lo que ocurre con otras fuentes de energía como las centrales térmicas, contribuyen a proteger el medioambiente, ya que no producen contaminación ni suponen un impacto importante sobre la fauna y la flora.

Existen varias formas de conexión para las instalaciones fotovoltaicas. Este proyecto se centra únicamente en las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red. El funcionamiento de este sistema consiste en inyectar a la red eléctrica toda la energía generada por la planta fotovoltaica.

3. Introducción a las energías renovables

Las energías renovables son aquellas fuentes de energía inagotables y autorregeneradoras del recurso energético. En efecto, usar la radiación solar para generar electricidad mediante paneles fotovoltaicos no disminuye la cantidad de energía que el Sol es capaz de producir y enviar en todas las direcciones del espacio. De manera análoga, por muchos aerogeneradores eólicos que se instalaran para extraer la energía del viento con el fin de transformarla en electricidad, el aire no dejaría de moverse en ninguna parte del planeta.

Es cierto que existen excepciones dentro de este grupo debido al impacto en el medioambiente. Un uso excesivo de las plantas hidroeléctricas podría causar determinados problemas en los ecosistemas fluviales y el empleo masivo e indiscriminado de biomasa natural (leña procedente de árboles) podría provocar una acelerada degradación de los ecosistemas, así como una sobreexplotación de masas vegetales por encima de su nivel de regeneración natural, lo que causaría graves problemas de erosión y desertización.

La realidad es que los combustibles fósiles existentes en el subsuelo de la Tierra se están agotando. Y no solo eso, además, la excesiva dependencia de los países desarrollados de estas materias primas, el control estratégico de los combustibles fósiles, causa innumerables conflictos político-militares, debido a que las mayores reservas a escala planetaria se localizan en regiones políticamente inseguras. Y todo

MEMORIA DESCRIPTIVA

apunta a que esta excesiva dependencia por los combustibles fósiles incrementará estos problemas en las próximas décadas.

La implantación de energías renovables implica que el dinero que se invierte en combustibles fósiles procedentes de países extranjeros se invierta en salarios de ciudadanos del propio país, lo cual conlleva un gran beneficio macroeconómico. Aunque los combustibles fósiles sean costosos y muy contaminantes, los países industrializados pueden pagarlos, mientras que en los países que se encuentran en vías de desarrollo es al contrario. Todo se centra en un círculo vicioso que se retroalimenta negativamente, ellos no pueden salir de la pobreza debido a que tienen que recurrir a recursos energéticos externos, cuyo coste no pueden pagar. Más de 2 000 millones de personas no tienen acceso a la electricidad, lo cual implica desnutrición, enfermedad, escasez de recursos económicos... En consecuencia, si el ser humano estuviera más concienciado con la ética humanitaria, se percataría de que hay que erradicar esta injusta circunstancia. Las energías renovables aportan una ventaja imbatible: implican recursos autóctonos, inagotables, no contaminantes y que contribuyen a un desarrollo sostenible.

3.1. Tipos de energías renovables

3.1.1. Energía solar fotovoltaica

Tecnología basada en el efecto fotovoltaico el cual aparece al incidir la radiación lumínica sobre determinados materiales semiconductores, produciéndose así un flujo de electrones dentro del mismo, de tal manera que, bajo las circunstancias adecuadas, aparece un voltaje aprovechable para generar electricidad. Las celdas solares fotovoltaicas son las encargadas de generar energía y principalmente son de silicio mono- o policristalino. Las plantas actuales están destinadas para el consumo propio de la electricidad generada por el propio usuario o para su inyección a la red eléctrica. También se usa esta energía en señalización y comunicaciones.

3.1.2. Energía solar térmica

Su funcionamiento se basa en aprovechar energéticamente la radiación solar para calentar fluidos y transportarlos para almacenar o consumir directamente la energía. Sus aplicaciones son muy variadas: generación de ACS, apoyo a la calefacción, climatización de piscinas, procesos industriales, refrigeración y refrescamiento, etc.

3.1.3. Energía solar termoeléctrica

También llamada energía termosolar. Concentra la radiación solar sobre el foco de un receptor por el cual trasiega un fluido caloportador (aire, aceite sintético, vapor de agua o sales fundidas). Se somete este fluido a un incremento muy alto de temperatura (de 400 °C a 2 000 °C). Este incremento de temperatura es un ciclo termodinámico que se aprovecha para generar energía eléctrica, la cual suele ser inyectada al sistema nacional de transporte y distribución de electricidad. Las tecnologías que existen actualmente comprenden discos paraboloïdales, captadores cilindro-parabólicos, lentes lineales de Fresnel y centrales de torre con heliostatos. Los ciclos termodinámicos de la energía termosolar sustituyen a los de las plantas convencionales de combustible fósil como los ciclos Stirling, Rankine y Brayton,

MEMORIA DESCRIPTIVA

respectivamente. Se usa para la generación de energía eléctrica y en procesos industriales de temperatura elevada como la generación de vapor.

3.1.4. Energía eólica

Aprovecha la energía cinética del aire a través de aerogeneradores y aeroturbinas que transforman la energía mecánica en eléctrica. Generalmente, los aerogeneradores de pequeña potencia se instalan individualmente en viviendas unifamiliares; mientras que los de gran potencia se agrupan de forma colectiva en un parque eólico con el fin de producir energía eólica para inyectar a la red.

3.1.5. Energía hidroeléctrica

Es la consecuencia de la transformación de la energía cinética (en función de su velocidad) o potencial (en función de la diferencia de alturas) de corrientes fluviales, en energía eléctrica gracias a turbinas hidráulicas y generadores. Es una de las más limpias debido a que no genera residuos, relativamente sencilla de controlar y su eficiencia de transformación es muy alta (80%). Es la más veterana entre las energías renovables.

3.1.6. Energía de la biomasa

La biomasa es el conjunto de materia orgánica de origen vegetal que puede ser empleado con fines energéticos a través del proceso de combustión. Hasta la Revolución Industrial, la biomasa era el combustible encargado de cubrir las necesidades de calor e iluminación, tanto en casa como en industria. De nuevo ha cobrado gran importancia para nosotros en forma de biomasa sólida (pellets, briquetas, huesos de aceituna, restos vegetales de podas...), líquida (biodiesel y bioteanol, que son sustitutivos del gasoil y la gasolina), y biomasa gaseosa (biogás resultado de la biometanización de residuos)

3.1.7. Energía geotérmica

Captura el calor existente bajo la superficie de la Tierra a través de la perforación de acuíferos o la impulsión de agua fría entre rocas calientes o secas hasta obtener agua caliente o incluso vapor. Este vapor, se conduce hacia la superficie para ser aprovechado en aplicaciones industriales o para generar energía eléctrica mediante un grupo turbogenerador. El calor interno no es generado por la radiación solar, sino que es consecuencia de las reacciones químicas naturales que suceden en el núcleo terrestre, por lo que a esta fuente energética no le afectan los cambios meteorológicos ni estacionales. La geotermia es capaz de generar mucha cantidad de energía, y en ocasiones, se manifiesta de manera natural y violenta en fenómenos como el vulcanismo o los terremotos. Es una tecnología relativamente novedosa.

3.1.8. Energía oceánica

Conocida como la energía del mar, aprovecha la energía cinética de las olas (energía undimotriz) y corrientes submarinas, la diferencia térmica existente entre distintos estratos del agua de mar (energía de gradiente térmico) o en los ascensos y descensos de las mareas (energía hidrostática). En función del principio de trabajo seguido, la forma de generar electricidad se basa posteriormente en la activación de

MEMORIA DESCRIPTIVA

grupos turbinas-generadores, ya sea mediante ciclos termodinámicos o simplemente por principios hidráulicos.

Es la energía renovable menos utilizada debido a la necesidad de disponer de mares y océanos, además de la menor investigación de esta tecnología. Sus aplicaciones son la conversión termal de la energía, el aprovechamiento cinético de corrientes y olas para la propulsión de barcos y sistemas de aprovechamiento de la potencia de las mareas.

3.1.9. Energía del hidrógeno

El hidrógeno no es una fuente de energía, es un vector energético (una forma de transportar energía). Las pilas de combustible son la forma de aprovechar el hidrógeno más usada. Se trata de dispositivos electroquímicos conformados por el apilamiento de diferentes celdas que transforman la energía química de sustancias hidrocarbonadas en energía eléctrica. Para generar esta electricidad se oxida el combustible en el ánodo y se reduce el comburente en el cátodo, de forma que, al interconectar ambos electrodos mediante una carga externa, se establece un movimiento de electrones desde el ánodo hacia el cátodo. Los dispositivos poseen unos elevados rendimientos de conversión energética que permiten incrementos de carga relativamente rápidos y admiten un gran abanico de hidrocarburos o preferentemente compuestos acuosos. El impacto ambiental es prácticamente nulo, es fácil de operar con ellos, son modulares y no poseen partes rotativas de precisen de mantenimiento alguno.

A día de hoy, no es muy usada, sin embargo, algunos expertos afirman que se acerca una “Revolución del hidrógeno” a escala mundial. Esto evitará las pérdidas debidas al transporte de electricidad procedente de las grandes plantas de producción de energía ya que, su impacto ambiental neto es prácticamente nulo y permite cerrar el ciclo de la renovabilidad al involucrar otras fuentes de energía sostenible como la eólica, fotovoltaica o termoeléctrica. En resumen, sus aplicaciones actuales tienen una escasa repercusión todavía. Se aplica en el sector de la automoción, como sustitutivo de baterías y como generador eléctrico y climatización para edificios.

3.2. Energía solar fotovoltaica

3.2.1. La instalación solar fotovoltaica y sus componentes

Como se ha especificado en el apartado anterior, la energía solar fotovoltaica transforma directamente la energía solar en energía eléctrica.

Tratamos de proyectar una instalación generadora fotovoltaica, la cual se define como un conjunto de dispositivos eléctricos y electrónicos que transforman la radiación solar en energía eléctrica utilizable. El componente más importante en las instalaciones fotovoltaicas es el módulo fotovoltaico formado por células fotovoltaicas asociadas eléctricamente, encargadas de transformar la radiación solar en energía eléctrica en forma de corriente continua. En resumen, el módulo fotovoltaico es el encargado de transformar la energía solar en energía eléctrica.

MEMORIA DESCRIPTIVA

3.2.2. Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica

3.2.2.1. *Ventajas*

- Energía gratuita, renovable y prácticamente disponible en cualquier lugar del planeta debido a que proviene del Sol. Esto supone un ahorro económico.
- Disminuye el consumo de combustibles fósiles y aumenta la seguridad de abastecimiento de los países.
- Durante su funcionamiento no se producen ruidos, ni emiten gases contaminantes y tampoco producen residuos. Por lo que no son causantes del efecto invernadero ni generan impacto acústico.
- En zonas urbanas, los módulos se suelen instalar en cubiertas y tejados, por lo que el impacto visual es mínimo.
- Al reducir el consumo de combustible fósil, aumenta la independencia energética del país.
- Permite la generación distribuida (posibilidad de generar la energía eléctrica cerca del punto de consumo), reduciendo las pérdidas producidas durante el transporte y mejorando la eficiencia de la red de distribución.
- Puede generar electricidad en zonas donde a la red de distribución le es imposible.
- La energía empleada en fabricar los sistemas fotovoltaicos se puede recuperar entre un año y medio y tres años de funcionamiento (rápidamente).
- El mantenimiento es mínimo.
- Los módulos pueden integrarse en la arquitectura de los edificios.
- Su vida útil suele ser de unos 30 años.
- Sinergia con la eólica.
- Contribuye a cumplir con los compromisos medioambientales, de generación de energía procedente de fuentes renovables y de reducción de emisiones contaminantes.

3.2.2.2. *Inconvenientes*

- El coste elevado de los componentes de la instalación.
- Aunque merezca la pena debido a que en poco tiempo se recupera la energía empleada en la fabricación de los módulos, es verdad que se generan emisiones de dióxido de carbono y otros gases durante la fabricación de las células fotovoltaicas, el ensamblado de los módulos y su transporte.
- El rendimiento bajo de los módulos.
- Su disponibilidad no siempre está asegurada ya que, es una fuente de energía variable. Por ejemplo, en los días nublados se reduce la disponibilidad de energía solar.
- Durante estos periodos en los que no es posible disponer de energía es necesario tener almacenada la energía previamente.

MEMORIA DESCRIPTIVA

3.2.3. La radiación solar

3.2.3.1. Radiación solar

La radiación solar es la energía que se genera en el sol mediante reacciones nucleares de fusión, transmitiéndose en forma de radiación electromagnética y alcanzando la atmósfera terrestre. Parte de esa energía llega a la capa exterior de la atmósfera terrestre con una irradiancia promedio de $1\,367\text{ W/m}^2$, valor conocido como constante solar (cantidad de energía procedente del Sol por unidad de tiempo y área, recibida sobre una superficie perpendicular a los rayos incidentes). Aprovechamos esta energía procedente del Sol mediante los sistemas de energía solar fotovoltaica.

La radiación solar atraviesa la atmósfera siendo sometida por cuatro fenómenos: reflexión (parte de la radiación es reflejada y devuelta al espacio); difracción (se descompone al atravesar las nubes); dispersión (una parte no consigue pasar la capa gaseosa); y la absorción (parte de la radiación es absorbida por la propia atmósfera). Estos fenómenos alteran la radiación produciendo un cambio en su espectro en frecuencia y descompone la radiación en tres componentes, recibiendo los módulos fotovoltaicos esta radiación de forma separada. La radiación directa es la incidente, la recibida directamente del propio Sol. La difusa es la recibida tras haber sido alterada por los fenómenos de difracción y reflexión, recibida desde las nubes, por ejemplo. Y la reflejada es la que recibe tras impactar sobre el entorno que rodea al módulo, las superficies colindantes. La suma de todas es la radiación global. Todos estos datos nos dejan claro que la radiación solar que reciben los módulos fotovoltaicos no es constante.

Para determinar la radiación solar recibida en una superficie específica disponemos de una base de datos denominada «Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT», publicado en 2012 por la Agencia Estatal de Meteorología. La tabla está compuesta por los datos de la radiación solar en España, de modo que la irradiancia solar en la provincia de Alicante es:

$G_{dm}(0)$												$G_{da}(0)$
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2,61	3,49	4,70	6,13	6,92	7,65	7,73	6,82	5,45	3,99	2,81	2,27	5,05

Tabla 1. Irradiación solar en la provincia de Alicante en $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2/\text{día}$

Siendo:

- $G_{dm}(0)$ → valor diario medio mensual de la irradiancia global sobre una superficie horizontal
- $G_{da}(0)$ → valor diario medio anual de la irradiancia global sobre una superficie horizontal

Disponemos de otra base de datos para la obtención de la radiación solar de Europa y África: el Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica (Photovoltaic Geographical Information System [PVGIS]) y al que podemos acceder mediante el enlace → <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

MEMORIA DESCRIPTIVA

3.2.3.2. *Radiación solar anual sobre una superficie inclinada.*

El ángulo de inclinación óptimo β_{opt} y un ángulo acimutal de 0° nos informan de que la instalación fotovoltaica capta la energía anual de forma máxima. A este valor se le llama valor diario medio anual de la irradiación global que recibe una superficie inclinada con el ángulo óptimo y se expresa así:

$$G_{da}(0, \beta_{opt}) = \frac{G_{da}(0)}{1 - 4,46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt} - 1,19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt}^2}$$

Resultando la irradiación global anual sobre la superficie inclinada con el ángulo óptimo:

$$G_a(0, \beta_{opt}) = 365 \cdot G_{da}(0, \beta_{opt})$$

Existen pérdidas en los generadores fotovoltaicos producidas por una orientación e inclinación que difieren de lo óptimo, y por sombras que inciden sobre la superficie de los módulos.

3.2.3.3. *Irradancia e irradiación*

La irradancia (G) mide la potencia de la radiación solar recibida por unidad de superficie y en el caso de que la superficie sea horizontal, el acimut será 0 y solo se indicará la inclinación. Mientras que la irradiación (G con uno o dos subíndices) es la energía recibida por unidad de superficie durante un tiempo determinado, es decir, la suma de las irradancias que se produzcan en un tiempo determinado. Sus unidades son el kW/m² y el kW · h/m², respectivamente.

3.2.3.4. *Modelos de radiación solar mensual y horaria*

Los modelos de radiación solar son muy valiosos porque nos ayudan a elegir el ángulo de inclinación óptimo y a además, se encuentran diferenciados por el tipo de instalación. Para las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red habrá que escoger el ángulo para que la radiación global anual sea máxima sobre la superficie inclinada, debido a que el objetivo de estas instalaciones es generar lo máximo posible durante un año.

3.2.4. **Variables climáticas que afectan al rendimiento**

La irradancia está relacionada con la corriente de cortocircuito, si ésta aumenta, lo hará la corriente de cortocircuito, pero no lo hará la tensión sin carga, por lo que la potencia generada aumenta. La temperatura ambiente también afecta al rendimiento de manera que cuando aumenta, la temperatura de las células también, lo que ocasiona que el calor se disipe peor y, en consecuencia, la tensión sin carga disminuya al igual que la potencia generada. Si la temperatura del módulo aumenta de 25 a 60 °C, la potencia generada disminuye alrededor de un 15%. Normalmente, los fabricantes nos ofrecen curvas de eficiencia en las que se exponen diferentes valores de temperatura de trabajo para una irradancia solar de 1 000 W/m².

3.2.5. **Pérdidas en las instalaciones fotovoltaicas**

En las instalaciones fotovoltaicas se pueden producir pérdidas ocasionadas por una orientación e inclinación inadecuada o por no dejar el suficiente espacio entre las filas de módulos, lo cual ocasiona que se produzcan sombras incidentes en los

MEMORIA DESCRIPTIVA

módulos fotovoltaicos. En consecuencia, se produce un desaprovechamiento de la radiación solar que puede captar el panel y no generará la potencia estimada. Es importante tener estas pérdidas en cuenta y saber combatirlas para garantizar la eficiencia de la instalación.

Además de las pérdidas nombradas, existen otro tipo de pérdidas que afectan a la cantidad que puede generar un módulo y hay que tenerlas en cuenta a la hora de modelar el rendimiento de los módulos. Estas pérdidas son:

- Pérdidas debidas a la tolerancia de la potencia nominal de los módulos
- Pérdidas por degradación de potencia en el tiempo
- Pérdidas por *mismatch*
- Pérdidas por aumento de la temperatura de trabajo
- Pérdidas por suciedad
- Pérdidas angulares y espectrales

3.2.6. Módulos y generadores fotovoltaicos

Las instalaciones fotovoltaicas transforman la energía solar en electricidad gracias a las células fotovoltaicas que absorben fotones de luz y emiten electrones. Se trata de componentes electrónicos formados por materiales semiconductores, siendo el silicio el más usado, que establecen una unión PN. Unión que se compone de dos capas, la capa superior se encuentra expuesta a la radiación solar (capa N), mientras que a la capa inferior no le llega radiación, por lo tanto, se encuentra a oscuras (capa P). El módulo fotovoltaico es la agrupación eléctrica de estas células acopladas en un soporte y se encarga de protegerlas ante agentes externos. Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, la irradiancia que incide sobre el módulo influye en la potencia que es capaz de entregar. Cuanto menos irradiancia solar esté incidiendo sobre el módulo fotovoltaico, menos potencia entregará.

El punto de funcionamiento de un módulo fotovoltaico está establecido dentro de la curva tensión-intensidad para unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura, y a su vez, lo condiciona la carga conectada en bornes del módulo. Este punto es el condicionante para que un módulo fotovoltaico genere más o menos potencia.

Los módulos precisan de la integración de diodos que protejan contra los puntos calientes que se puedan generar mediante la limitación de la tensión de polarización de la célula afectada consiguiendo así, limitar la potencia disipada. Los diodos están ya integrados de fábrica en el interior de los módulos y no es necesario instalarlos después.

Para conseguir generadores fotovoltaicos, agrupamos módulos que provengan del mismo fabricante e iguales características (evitando pérdidas por efecto *mismatch*). La agrupación de los módulos variará en función de qué queremos conseguir, de modo que, si pretendemos aumentar la tensión y la potencia eléctrica, pero mantener el valor de la intensidad, los asociaremos en serie. Una rama, string o cadena es conocido como el grupo de módulos conectados en serie. De forma contraria, si lo que queremos conseguir es aumentar la intensidad y potencia, pero conservando el valor de la tensión, los asociaremos en paralelo. Lo útil y aconsejable es realizar una asociación mixta y así conseguir el aumento de todos los valores.

MEMORIA DESCRIPTIVA

Asociación Serie	Asociación Paralelo	Asociación Mixta	Potencia del generador fotovoltaico en condiciones ideales
$V_{GF} = N_S \cdot V_{MF}$ $I_{GF} = I_{MF}$	$V_{GF} = V_{MF}$ $I_{GF} = N_P \cdot I_{MF}$	$V_{GF} = N_S \cdot V_{MF}$ $I_{GF} = N_P \cdot I_{MF}$	$N_T = N_S \cdot N_P$ $P_{GF} = N_T \cdot P_{MF}$

Siendo:

- V_{GF} : tensión del generador fotovoltaico (V)
- V_{MF} : tensión de un módulo (V)
- N_S : número de módulos conectados en serie
- N_P : número de módulos conectados en paralelo
- I_{GF} : intensidad del generador fotovoltaico (A)
- I_{MF} : intensidad suministrada por un módulo (A)
- P_{GF} : potencia del generador fotovoltaico en condiciones ideales (W)
- P_{MF} : potencia de un módulo (W)

3.2.7. Instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red tradicionales o instalaciones de conexión a red

Las instalaciones conectadas a red tradicionales son aquellas que vierten a la red de distribución toda la potencia que generan y tienen como objetivo la máxima producción anual de energía. Se conforman de los siguientes elementos: el generador fotovoltaico, que como ya se mencionó anteriormente, se trata de la agrupación de los módulos fotovoltaicos encargados de realizar la transformación de energía. El inversor de conexión a red, elemento de vital importancia debido a que la energía eléctrica que transforman los módulos fotovoltaicos se encuentra en corriente continua, por lo que es necesario una conversión a corriente alterna para que ésta pueda ser vertida a la red. Dependiendo del tipo de instalación podrá existir un inversor o más de uno. No solo se encarga de la conversión, también sincroniza la frecuencia, la fase y la tensión de la señal senoidal para que se conecte perfectamente con la señal de la red; se desconecta si hay inexistencia de tensión frecuencia de red para proteger a los operarios de mantenimiento contra el funcionamiento en modo isla, además de entregar la señal con buena calidad; siempre inyectará única y exclusivamente energía activa a la red. Y, además, contiene un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia con el fin de lograr sacarle el máximo rendimiento a los módulos. Volviendo a los componentes de las instalaciones de conexión a red, poseen elementos de protección y medida para proteger al personal y tener conocimiento de la energía que estamos vertiendo a la red. El centro de transformación solo se incluye en aquellas instalaciones conectadas a una red de alta tensión y es el encargado de elevar la tensión, como es en nuestro caso. Y para finalizar, la red eléctrica dónde vertemos la energía eléctrica que generemos. Sin olvidar del cableado que interconecta todos los dispositivos de la instalación.

Las instalaciones conectadas a red se clasifican según como y donde esté montada su estructura. Sobre fachadas en edificios o viviendas, sobre tejados o cubiertas de edificios o viviendas, o en huertos o plantas solares como lo es en el caso

MEMORIA DESCRIPTIVA

de nuestra instalación proyectada. La última mencionada pueden ser con estructura fija o con seguimiento solar, nosotros hemos optado por estructura fija. Básicamente, la orientación e inclinación de los módulos es inamovible. Las instalaciones con estructura fija ubicadas en el hemisferio norte se orientan al sur de forma que el acimut óptimo es 0° y disponemos de una fórmula que nos facilita la garantía de captar la máxima energía anual:

$$\beta_{\text{ópt}} = 3,7 + 0,69 \cdot |\varphi|$$

Siendo:

- φ : latitud del lugar ($^\circ$)
- $\beta_{\text{ópt}}$ ($^\circ$)

La ubicación de nuestra instalación cuenta con una latitud de $38,64^\circ$. De modo que el ángulo de inclinación óptimo es 30° .

3.3. Situación de las energías renovables en España

Cuando hablamos de cambio climático, es correcto referirse al proceso que ha experimentado el planeta a lo largo de toda su vida. Sin embargo, desde hace unos 300 años la acción del ser humano ha desencadenado un problema grave para este: el calentamiento global. Este efecto puede acabar con la vida como la conocemos a largo plazo. La reducción del consumo energético y el uso eficiente de las fuentes de energía es crucial para combatir al calentamiento global. Aquí es donde entran en juego las energías renovables, de las que el ser humano debe aprovecharse para disminuir el consumo de combustibles fósiles que tan perjudiciales son para el planeta. La Unión Europea ha marcado el objetivo que este tipo de energía represente el 20% del consumo total en el año 2020.

Actualmente, en España no se realiza un uso excesivo de las energías renovables, ya que seguimos teniendo una dependencia del 85% de combustibles fósiles. Es cierto que se ha ampliado el porcentaje de uso de esta forma de abastecimiento, sin embargo, aún seguimos por detrás de muchos países de la Unión Europea. La energía eólica e hidráulica son las que más peso poseen en nuestro país, superando incluso a la potencia instalada en centrales nucleares, mientras que la energía solar sigue quedándose por detrás. Esto ha sido así debido a muchos factores, pero uno de los más importantes ha sido el llamado impuesto al sol, el cual encarecía más aún la instalación de este tipo de energía. Sin embargo, este impuesto ha sido abolido y se espera que la energía fotovoltaica se alce.

Se han marcado una serie de objetivos con el fin de disminuir las emisiones de gases contaminantes y aumentar el uso de las energías renovables, mejorando la eficiencia energética. España cuenta con unas condiciones climáticas perfectas para este tipo de energías, ya que contamos con muchas horas de sol y, además, zonas en las que existe mucho viento.

4. Situación y emplazamiento

La planta solar fotovoltaica proyectada se ubica en el término municipal de Villena (Alicante). Localizada en el Polígono 50, Parcelas 23 y 24, Peña Rubia. Las

MEMORIA DESCRIPTIVA

parcelas son de clase rústico y su uso principal es agrario. Las coordenadas del emplazamiento son 38°36'38,7"N 0°49'12,2"W

- Parcela nº 1:
 - Referencia Catastral: 03140A050000WA
 - Número: 23
 - Superficie: 10 525 m²
- Parcela nº 2:
 - Referencia Catastral: 03140A050000WB
 - Número: 24
 - Superficie: 3 275 m²

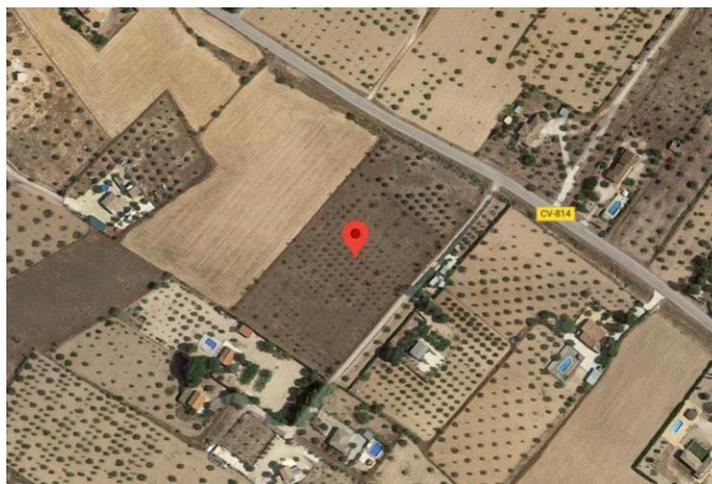


Imagen 1. Emplazamiento instalación

5. Normativa de aplicación

Normas nacionales, normativas autonómicas y ordenanzas municipales. Para el caso de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red, hay que informarse sobre las condiciones que exige la compañía eléctrica a la que vamos a vender la energía generada.

- ✓ **Real Decreto 842/2002**, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT-01 a BT-51
- ✓ **Guía Técnica de aplicación al REBT** del Ministerio de Ciencia y Tecnología
- ✓ **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
- ✓ **Normativa de AENOR**
- ✓ **Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red**, julio de 2011, IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía)
- ✓ Normas propias de la empresa distribuidora (**Iberdrola**)
- ✓ **Norma UNE-EN 62466**: «Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema»

MEMORIA DESCRIPTIVA

- ✓ **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- ✓ **Ley 54/1997**, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico
- ✓ **Real Decreto 2019/1997**, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica
- ✓ **Real Decreto 1955/2000**, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- ✓ **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos
- ✓ **Real Decreto 1164/2001**, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica
- ✓ **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales; modificaciones por **ley 54/2003**, de 12 de diciembre, en reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales
- ✓ **Real Decreto 436/2004**, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial
- ✓ **Real Decreto 2351/2004**, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico
- ✓ Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la norma Une 12464. Raae: **Real decreto 208/2005**, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos
- ✓ **Real Decreto 1454/2005**, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al Sector Eléctrico
- ✓ **Real Decreto 10/2006**, de 21 de diciembre, de energías renovables y ahorro y eficiencia energética
- ✓ **Real Decreto 1580/2006**, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos
- ✓ **Real Decreto 661/2007**, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial
- ✓ **Real Decreto 1110/2007**, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico
- ✓ **Real Decreto 1578/2008**, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica
- ✓ **Real Decreto-ley 6/2009**, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social

MEMORIA DESCRIPTIVA

- ✓ **Real Decreto-ley 14/2010**, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico
- ✓ **Real Decreto 187/2011**, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relaciones con la energía
- ✓ **Real Decreto-ley 1/2012**, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos
- ✓ **Orden IET/843/2012**, de 25 de abril, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de abril de 2012 y determinadas tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial
- ✓ **Ley 15/2012**, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética
- ✓ **Real Decreto-ley 2/2013**, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero
- ✓ **Real Decreto 842/2013**, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego
- ✓ **Ley 24/2013**, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- ✓ **Real Decreto 337/2014**, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctrica de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementaria ITC-RAT de 01 a 23
- ✓ **Real Decreto 216/2014**, de 28 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los precios voluntarios para el pequeño consumidor de energía eléctrica y su régimen jurídico de contratación
- ✓ **Real Decreto 413/2014**, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable, cogeneración y residuos
- ✓ **Real Decreto 900/2015**, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo
- ✓ **Rosh directiva 2002/95ce**: restricciones de la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos
- ✓ **Normas UNE**

6. Descripción y características de la instalación proyectada

6.1. Potencia a instalar

La potencia de la instalación se ha obtenido dividiendo a la misma en tres secciones completamente iguales, de forma que al combinar el conexionado de los módulos de forma serie con varios grupos en paralelo obtuviéramos la potencia pico establecida de 600 kW. Cada sección contiene 33 grupos de módulos en paralelo y cada grupo se compone de 15 módulos conectados en serie, obteniendo así, una potencia de 198 kW. El hecho de que se haya separado la instalación en tres secciones se debe a que el número de inversores es tres, por lo que cada sección tiene un inversor asociado. Además, cada uno de estos inversores tiene un cuadro de conexión de nivel 2 al que le llega la conexión de los cuadros de nivel 1, los cuales reciben el cableado directamente de los módulos fotovoltaicos. Cada sección contiene seis cajas de conexión, de las que a cinco de ellas le llegan seis grupos de 15 módulos en serie por grupo, mientras que a la restante le llega el conexionado de tres grupos de 15 módulos en serie. Se ha tenido que realizar de esta manera porque el número de grupos es impar. En total disponemos de 1485 módulos fotovoltaicos ($33 \cdot 15 \cdot 3$) con una potencia de 400 Wp para cada panel nos suma el total de 594 kWp. La instalación se ha dimensionado de forma que no se sobrepasen los 600 kW de partida.

6.2. Elección del módulo fotovoltaico

6.2.1. Descripción

A la hora de elegir un módulo fotovoltaico es necesario tener en cuenta la potencia que puede suministrar en un determinado espacio. Es decir, las dimensiones que posee y qué potencia nos ofrece. Para la elección de nuestros módulos nos hemos basado en esto ya que, la instalación precisa de un número muy alto de módulos (1485 unidades) de forma que, hemos elegido unos módulos que ofrecen más potencia con dimensiones similares a aquellos que nos garantizan 330 W y, en consecuencia, obtenemos un 20% más de eficiencia. Se trata del **Panel Solar 400 W PERC Monocristalino ERA** de la empresa AutoSolar. Se compone de 72 células de silicio monocristalino tipo PERC. Estas células poseen una sensibilidad superior que las células monocristalinas ordinarias y las policristalinas. Además, este tipo de células presentan unas mejores respuestas ante condiciones adversas como la baja irradiación o una temperatura elevada. Pero su principal ventaja, como ya se ha mencionado es la obtención de mayor producción con la misma área.

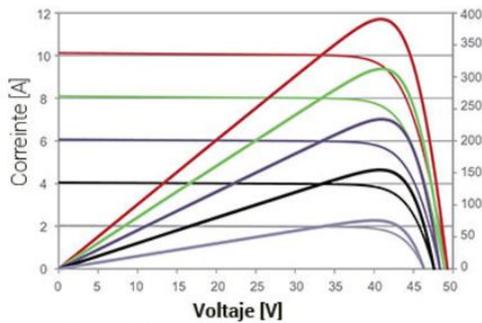
La relación calidad-precio es también buena ya que este modelo se encuentra rebajado y a muy buen precio (157,83 €), además de tener opiniones positivas.

6.2.2. Datos de producción

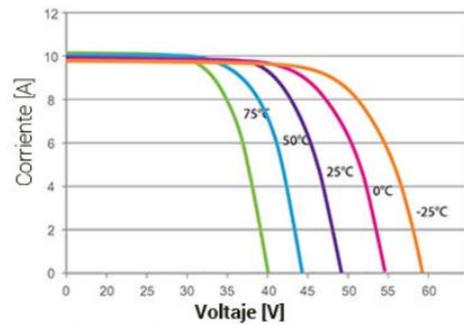
- $V_{mpp} = 41,7 V \rightarrow$ Tensión a máxima potencia
- $I_{mpp} = 9,6 A \rightarrow$ Corriente a máxima potencia
- $V_{oc} = 49,8 V \rightarrow$ Tensión en circuito abierto
- $I_{sc} = 10,36 A \rightarrow$ Corriente en cortocircuito
- Eficiencia del módulo = 20,17%

MEMORIA DESCRIPTIVA

6.2.3. Curvas



Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación



Características de los módulos a temperaturas variables e irradiación constante de 1.000W/m²

Gráfica 1. Curvas del Panel Solar 400 W PERC Monocristalino ERA

6.2.4. Características físicas

PERC significa Passivated Emitter Rear Cell, en castellano una célula PERC dispone de una capa reflectante en su parte trasera entre el silicio y el aluminio. Esta capa hace que se produzca una reflexión. Parte de la radiación no penetre en el aluminio y el silicio pueda absorber dicha energía, obteniendo así más energía a menor temperatura.

El marco del módulo es de aluminio anodizado con el fin de facilitar el agarre a la estructura y proporcionarle rigidez. En la parte trasera se encuentra la caja de conexiones con protección IP68 de la que salen 90 cm de cable con conectores de tipo MC4 facilitando la conexión de los paneles.

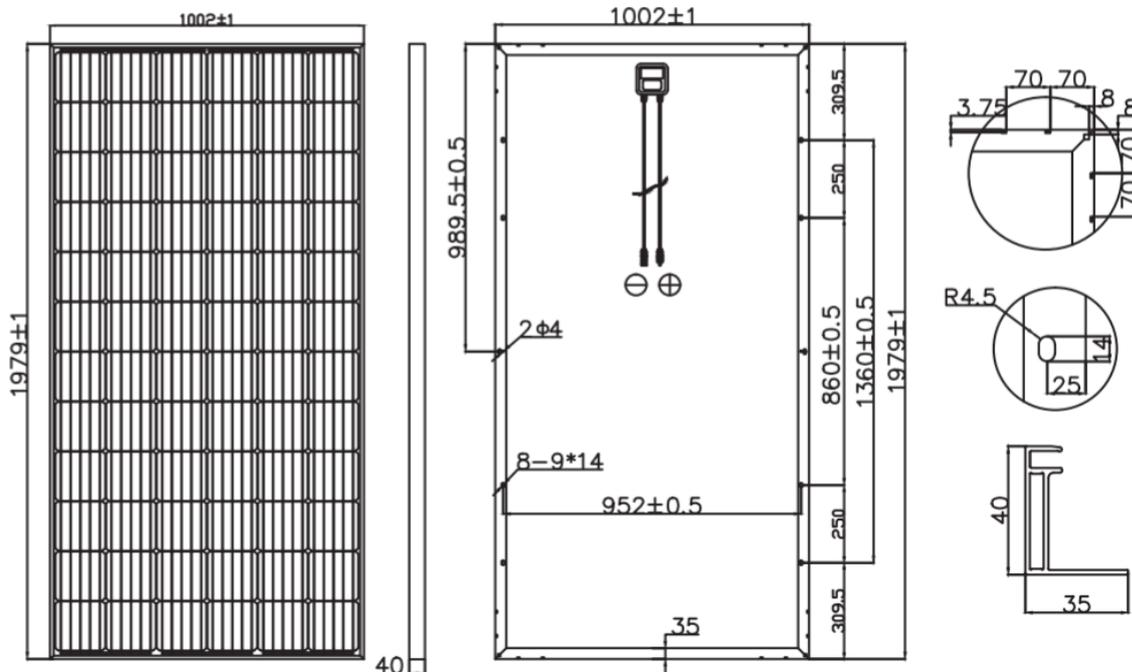


Ilustración 1. Dimensiones módulo fotovoltaico

6.2.5. Mantenimiento

El mantenimiento será el mismo que con cualquier módulo fotovoltaico. Mantener la superficie limpia y que los contactos del cableado se encuentren en

MEMORIA DESCRIPTIVA

perfectas condiciones. Además de impedir que incidan sombras sobre la superficie del módulo, garantizando así la producción óptima y un rendimiento satisfactorio. Para esta instalación se ha calculado la distancia que deben tener los grupos de módulos evitando así las pérdidas por sombreado. Dejaremos una distancia de 7,3 m entre grupos.

6.3. Estructura del soporte

La estructura del soporte es un elemento auxiliar de la instalación solar la cual se encarga de garantizar que los módulos fotovoltaicos que forman el generador, se instalen y permanezcan con una sujeción adecuada. Se debe tener en cuenta el peso de los módulos y por lo tanto, la carga que va a tener que soportar para así poder dimensionar correctamente la estructura sin que haya peligro de rotura o cualquier otro contratiempo; además, se dimensionará en función de las cargas ocasionadas por fenómenos meteorológicos como el viento o la nieve. En el caso de la instalación proyectada, no se tendrá en cuenta las nevadas debido a que no es habitual en la zona ubicada.

Se trata de una estructura fija, eso quiere decir que su posición no varía en ninguna estación del año. La manera más habitual de colocar las estructuras es anclarlas sobre cimentaciones de hormigón, clavando los perfiles antes de que el hormigón haya fraguado o taladrando el hormigón y colocando tacos de expansión. Estará colocada sobre suelo porque es lo más recomendable para las grandes instalaciones fotovoltaicas, haciendo más fácil la instalación y el mantenimiento. Además, al ser sobre suelo, consta con la ventaja de que el viento incide en menor medida, por lo que las cargas ejercidas por los esfuerzos generados por el viento son menores.

De la fabricación de la estructura soporte se encargará la empresa ATERSA. Se dimensionará acorde con las dimensiones los módulos fotovoltaicos seleccionados. Será de acero galvanizado asegurando la protección contra la corrosión.

6.4. Elección del inversor

El inversor es el elemento encargado de transformar la corriente continua del generador fotovoltaico en corriente alterna, para así poder ser inyectada a la red. El inversor de conexión a red difiere un poco en cuanto al inversor de las instalaciones generadoras aisladas, ya que para las instalaciones de conexión a red el inversor se conecta directamente al generador fotovoltaico inyectando a la red la tensión alterna trifásica. Estos inversores usan la técnica de modulación del ancho de pulso (PWM) para obtener una forma de onda lo más senoidal posible. De esta manera se sincronizan correctamente con la señal eléctrica de la red de distribución. Además, los inversores de conexión a red incorporan un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), obteniendo así la máxima potencia del campo fotovoltaico.

Para la elección del inversor se ha tenido en cuenta el valor de la potencia de la instalación. Al ser una instalación de gran potencia, es necesario escoger un inversor que esté acorde a sus características. En un principio, se optó por introducir el inversor de conexión a red Sunny Tripower 20 000TL de SMA Ibérica. Sin embargo, para ello necesitaríamos 24 de estos inversores, encareciendo la instalación debido a que precisaría de más conexiones, ya que el precio por inversor no difería mucho con

MEMORIA DESCRIPTIVA

la elección final. Además, el coste del mantenimiento también aumenta, al disponer de muchos más aparatos electrónicos (los inversores), los cuales debido a su tecnología tienen una probabilidad de fallo mayor. En definitiva, se ha optado por colocar un tipo de inversor de gran potencia, facilitando la instalación.

6.4.1. Protecciones

El inversor de conexión a red cuenta con protecciones contra sobretensiones en la entrada y en la salida, cortocircuitos y sobrecargas en la salida, además de protección contra corrientes diferenciales en la salida. Constan de un sistema de desconexión automática en el caso de producirse el funcionamiento en modo isla. Si el suministro de la red eléctrica se interrumpe con el fin de realizar tareas de mantenimiento o reparaciones, y la instalación sigue suministrando corriente a la red eléctrica, se produce un grave peligro para el personal de mantenimiento de la compañía eléctrica y para el usuario.

La legislación establece que debe existir aislamiento galvánico entre la instalación generadora y la red, ya sea mediante un transformador de aislamiento o un sistema equivalente.

6.4.2. Descripción

Se trata de un inversor de conexión a red trifásico de alta potencia. A la salida del inversor irá un centro de transformación debido a la potencia que precisa la instalación. Este centro de transformación es el que inyecta a la red de distribución.

El inversor escogido es el **Inversor 200 kVA Riello Sirio K200**. Se trata de un inversor que está especialmente preparado para las instalaciones de conexión a red, ya que consta de una amortización rápida cuando los consumos habituales son diurnos debido a que no precisa de recambios como las baterías. Este tipo de inversor reduce el precio de las facturas de electricidad en el caso de que tengamos consumos elevados en horas solares, como es el caso de la ubicación de la instalación. El fabricante garantiza un rendimiento pico del 95,8%. La conexión es sencilla y aunque solo cuenta con una entrada de corriente en DC, admite hasta 650 A, por lo que el rango es bastante aceptable. Cuenta con un transformador interno que garantiza el aislamiento galvánico. Este transformador encarece el peso del aparato a 300 kg. Sin embargo, se ha diseñado para que su ubicación y el acceso a su interior sea sencillo.

En el caso de que en un futuro se quiera añadir acumuladores a la instalación, este inversor consta de una total compatibilidad con los inversores de baterías del mismo fabricante. Ésta, sería buena opción si la instalación elaborara una producción solar por encima del consumo. Guardando la energía sobrante en los acumuladores y así, poder abastecer en aquellos momentos donde la producción sea escasa.

MEMORIA DESCRIPTIVA

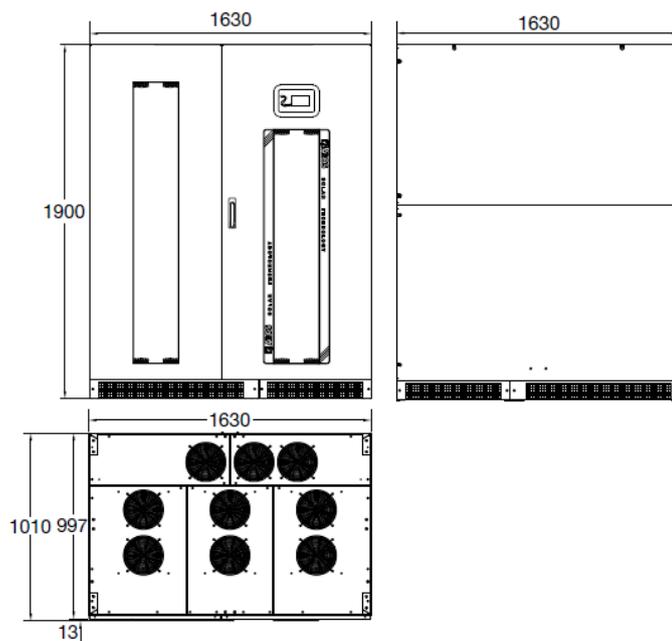


Ilustración 2. Dimensiones inversor

6.4.3. Características técnicas

- Entrada (DC)
 - Tensión máxima en circuito abierto = 800 V
 - Rango de funcionamiento MPPT = [300, 700 V]
 - Corriente de entrada máxima = 650 A
 - N° de entradas = 1
 - N° de MPPT = 1
- Salida (AC)
 - Tensión nominal = 400 V
 - Intervalo operativo = [340, 460 V]
 - Intervalo de frecuencia = [47,5, 51,5 Hz]
 - Corriente nominal = 289 A
 - Corriente de cortocircuito = 546 A
 - Distorsión armónica = <3%
- Sistema
 - Rendimiento máximo = 96,2%
 - Consumo nocturno/stand-by = <32 W
 - Comunicaciones = RS232, RS485, ModBUS y Ethernet
 - Temperatura de servicio = [0, 45 °C]
 - Humedad = [0, 95%] sin condensación
 - Dimensiones = 1630x1000x1900 mm
 - Peso = 1580 kg
 - Protección = IP20
 - Nivel sonoro = <66 dBA

6.4.4. Sistemas de control y protección

- Distorsión armónica inferior al 3%
- Protección incorporada con magnetotérmico a la salida de AC

MEMORIA DESCRIPTIVA

- Protección incorporada con seccionador en la entrada de DC
- Detección de derivación hacia tierra
- Control de temperatura mediante ventilador controlado

6.4.5. Monitorización

Dispone de una monitorización sencilla ya que incluye pantalla táctil LCD a color, además de una gran compatibilidad de comunicaciones integradas. Permite visualizar el funcionamiento y el rendimiento. La interfaz es fácil de manejar así que las consultas y configuraciones son simples. Igualmente, contiene un gráfico diario de producción y el valor instantáneo en kW por si queremos ver a simple vista el estado de la instalación. Lo más destacable viene de la mano del cable Ethernet, que nos permite manipular el inversor desde un cliente de visualización remota VNC.

6.5. Configuración de bloques de la planta

Hemos dividido la instalación en tres subcampos o secciones como es normal que se haga en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de gran potencia. De esta manera el generador queda dividido y cada sección tiene su propio inversor. Separamos la instalación con el motivo de aumentar la eficiencia de la instalación.

El hecho de agrupar de diferentes formas los módulos fotovoltaicos da lugar al llamado generador fotovoltaico. En primer lugar, hemos hecho una asociación serie de 15 módulos agrupándolos de forma que estén 3 en vertical y 5 en horizontal (3x5). La asociación en serie, también denominada string o cadena, mantiene la corriente constante, y aumenta la tensión, consiguiendo así una tensión de 625,5 V. Después, hemos conectado en paralelo estos bloques de 15 módulos en 33 bloques por inversor, un total de 99 bloques o grupos. Es decir, 495 módulos fotovoltaicos por inversor que suman un total de 1 485 módulos. La asociación en paralelo nos permite mantener la tensión constante aumentando la corriente. Por lo que con esta configuración conseguimos 198 kW por sección, haciendo un total de 594 kW en la instalación. En resumen, se ha realizado una asociación mixta para conseguir aumentar la tensión, la intensidad y la potencia de la forma más conveniente para nuestra instalación.

La instalación está dividida en niveles caracterizados por disponer de cajas de conexión. Estas cajas, se encargan de conexionar las cadenas de módulos, agrupándolos en función del tamaño y configuración del generador. En su interior contienen las protecciones necesarias para asegurar la instalación. En el primer nivel, las cajas de conexión se encuentran a la intemperie por lo que, serán estancas. Contamos con 5 cajas de conexión a las que se conectan 6 grupos de 15 módulos por grupo, además de 1 caja de conexión a la que se le conectan tan solo 3 grupos. Se ha planteado de esta manera debido a que el número de bloques es impar. Las 3 secciones disponen de esta configuración, sumando un total de 18 cajas de conexión de nivel 1. La caja de conexión de nivel 1 elegida es un cuadro estanco de 24 módulos y 2 filas, con referencia PLEXO3 LEGRAND IP65, de la empresa Iluminotec. En segundo lugar, a las salidas de estas cajas de conexión de nivel 1 se conectan las cajas de conexión de nivel 2. Contamos con 3 cajas, una por sección. Para estos cuadros de protección elegimos la marca Schneider. Seguidamente, cada caja de conexión de nivel 2 se conecta con su inversor asociado. Hasta aquí, es decir, a la entrada del inversor, la instalación se encuentra en corriente continua.

MEMORIA DESCRIPTIVA

A la salida de los inversores se coloca otro cuadro de protección de las mismas características que la caja de conexión de nivel 2, pero con protecciones diferentes. Estos cuadros van hasta otro cuadro ubicado en una caseta colindante al centro de transformación la cual contiene el último cuadro de protección y el contador de energía homologado y suministrado por la compañía eléctrica. Este tramo se encuentra en corriente alterna.

El centro de transformación es el encargado de conectar la instalación con la red de distribución y transformar la tensión de nuestra instalación, que se encuentra en baja tensión, a alta tensión. Por supuesto, se trata de una red de alta tensión debido a la potencia de nuestra instalación. De forma que, a la entrada del primario del transformador se conecta la salida de los inversores que se encuentran en baja tensión y salida del transformador estará conectada a la red de distribución en alta tensión. El centro de transformación elegido es un **CT compacto de MT/BT 630 kVA – 36 kV de la marca Schneider, serie EHA-3 GE de Merlin Gerin (de exterior)**. El conexionado del centro de transformación lo realizará la empresa distribuidora y estará a cargo de la misma.

6.6. Cableado

El cableado de una instalación eléctrica es el encargado de transportar la energía eléctrica, lo que hace que sea un elemento fundamental. Los cables serán de cobre o aluminio, aislados con una tensión admisible de 0,6/1 kV, libres de halógenos y no propagadores de la llama ni del incendio, opacidad en humos, emisión de sustancias tóxicas reducida y no emisión de sustancias corrosivas según normas UNE 21.123-211002. Los cables de seguridad (designación AS+) tendrán estas características y, además, contarán con resistencia al fuego. Los cables tienen que cumplir con la normativa europea CPR y el REBT.

Utilizamos cobre como material conductor para toda la instalación. El material aislante será de PVC para la conexión en serie de los paneles y el cable que conecta los bloques de 15 paneles en serie con la caja de conexión de nivel 1. Mientras que para el resto de líneas de la instalación el material aislante será XLPE. La sección del cableado se ha diseñado a partir de los criterios de intensidad máxima admisible y el de caída de tensión como determina el REBT.

6.6.1. Cableado del lado de DC

El cableado de la instalación está dividido en 4 tramos, de los cuales los 3 primeros son en corriente continua y monofásica. El conductor neutro del cableado de corriente continua tiene la misma sección que las fases. El primer tramo lo denominamos L1, que está asociado al cableado que parte de cada uno de los strings de 15 módulos hasta la caja de conexión de nivel 1. Tenemos 5 grupos de 6 agrupaciones de strings por cada caja de conexión y uno de 3 agrupaciones de strings. De cada agrupación de strings sale un cable hasta la caja de conexión, por lo que tenemos 6 cables para las agrupaciones de 6, mientras que a la agrupación de 3 le corresponden 3 cables. Eso hace un total de:

$$6 \text{ cables} \cdot 5 \text{ agrupaciones} + 3 \text{ cables} \cdot 1 \text{ agrupación} = \mathbf{33 \text{ cables por sección}}$$

$$33 \text{ cables por sección} \cdot 3 \text{ secciones} \\ = \mathbf{99 \text{ cables correspondientes a L1 para toda la instalación}}$$

MEMORIA DESCRIPTIVA

El cable seleccionado para esta línea es el **EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) de General Cable**, diseñado especialmente para instalaciones solares fotovoltaicas. Se trata de un cable al aire guiado por bandejas, con conductor de cobre y aislamiento de PVC. Mediante los cálculos establecidos en el “Anexo I Cálculos justificativos”, obtenemos una sección de 4 mm². Al segundo tramo le denominamos L2 y se ha subdividido en 3 secciones que corresponden a los 3 inversores. La línea L2 corresponde a los conductores que parten de la caja de conexión de nivel 1 hasta la caja de conexión de nivel 2 ubicada en la caseta donde se encuentran también los inversores. En esta línea se han obtenido resultados diferentes en cuanto a las secciones, por lo que no será uniforme. Hemos obtenido secciones de 16 mm², 25 mm² y 35 mm². Para esta línea se ha escogido un cable distinto, **TOP CABLE gama H1Z2Z2-K**. Cable soterrado, con conductor de cobre y aislamiento de XLPE. Para terminar con la parte de corriente continua, tenemos la línea L3 que es la que parte de la caja de conexión de nivel 2 hasta el inversor. El cable elegido es el **EXZHELLENT XXI 1000 V RZ1-K (AS)**. La sección calculada nos ha resultado 300 mm², pero debido a que no existen cables de tal sección y con el fin de mejorar el conexionado de la instalación, se colocarán 2 de 150 mm².

L1. Tramo comprendido desde el conexionado de paneles en serie a la caja de conexión de nivel 1

Conductor Aislamiento 1 kV DC, 0,6/1 kV AC

- 2x4 + 4TT mm²

L2. Tramo comprendido desde caja de conexión de nivel 1 a la caja de conexión de nivel 2

Conductor Aislamiento 1,8 kV DC, 0,6/1 kV AC

- Sección 1
 - o L2.1.1: 2x35 + 35TT mm²
 - o L2.1.2: 2x16 + 16TT mm²
 - o L2.1.3: 2x35 + 35TT mm²
 - o L2.1.4: 2x25 + 25TT mm²
 - o L2.1.5: 2x25 + 25TT mm²
 - o L2.1.6: 2x35 + 35TT mm²
- Sección 2
 - o L2.2.1: 2x35 + 35TT mm²
 - o L2.2.2: 2x16 + 16TT mm²
 - o L2.2.3: 2x35 + 35TT mm²
 - o L2.2.4: 2x25 + 25TT mm²
 - o L2.2.5: 2x25 + 25TT mm²
 - o L2.2.6: 2x35 + 35TT mm²
- Sección 3
 - o L2.3.1: 2x35 + 35TT mm²
 - o L2.3.2: 2x25 + 25TT mm²
 - o L2.3.3: 2x35 + 35TT mm²
 - o L2.3.4: 2x35 + 35TT mm²
 - o L2.3.5: 2x35 + 35TT mm²
 - o L2.2.6: 2x35 + 35TT mm²

MEMORIA DESCRIPTIVA

L3. Tramo desde caja de conexión de nivel 2 a inversor

Conductor Aislamiento 0,6/1 kV

- 2x(2x150) + TT mm²

6.6.2. Cableado del lado de AC

El cableado de la parte de corriente alterna viene determinado por las características de la salida del inversor, ya que el cableado parte de él. El conductor elegido para este tramo es el **EXZHELLENT XXI 1000 V RZ1-K (AS)**, con una sección de 300 mm². Seguimos el mismo criterio que con el cable de la L3, se colocan 2 de 150 mm². En esta ocasión, al ser cableado en corriente alterna, el neutro dispondrá de la mitad de la sección de la fase.

Todo el cableado, tanto el de la parte de AC como el de DC, se ha sobredimensionado un 25% de la corriente prevista para el conductor (I_B) como dicta la norma.

L4. Tramo desde el inversor al CT

Conductor Aislamiento 0,6/1 kV

- 3x(2x150) + 150TT mm²

6.7. Protecciones

Para cualquier instalación eléctrica, es de obligatorio cumplimiento instalar protecciones que garanticen su efectividad ante cualquier problema ya sea para la propia instalación como para el personal de mantenimiento y operación. En el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, que regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, se establecen las protecciones que debe incluir una instalación fotovoltaica generadora. Es obligatorio disponer de un elemento de corte general capaz de garantizar el aislamiento establecido en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre posiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Los elementos de protección irán agrupados en cajas o cuadros de protección de diferentes niveles. Las cajas de conexiones, además de servir como interconexión de los grupos de módulos fotovoltaicos, nos permiten instalar en ellas las protecciones y una puesta a tierra reglamentaria. Solo tiene acceso a ellas el personal autorizado. A la salida de los strings tenemos la caja de conexión de nivel 1, un cuadro estanco de 24 de módulos y 2 filas de la empresa Ilumitec con referencia PLEXO3 LEGRAND, con dimensiones 432x340x161 mm (alto x ancho x fondo), con grado de protección IP65, situado a la intemperie. En esta caja se instalan las bases portafusibles de protección de la línea L1, un interruptor de protección y el varistor. Disponemos de 18 Uds para toda la instalación. Seguidamente, contamos con la caja de conexión de nivel 2 la cual estará ubicada en una caseta junto a los inversores, aunque separados en secciones diferentes. Se trata de un cuadro de la marca Schneider modelo Cofret G IP30, en el que se instalan las bases portafusibles de protección de la línea L2 y el interruptor automático de 400 A (IM1). Contamos con 3 Uds, una por sección. A la salida de los inversores se coloca otros 3 cuadros de protección de las mismas

MEMORIA DESCRIPTIVA

características con 3 automáticos con relé diferencial, uno por sección y por cuadro. Finalmente, junto al centro de transformación, se ubica una caseta que contiene otro cuadro de protección con un interruptor seccionador por sección, y el contador de energía.

Al igual que los cálculos de la sección del conductor, los cálculos de las protecciones se realizan por separado debido a que el valor de la intensidad admisible de cada cableado es diferente. Diferenciando también entre el lado de DC y el de AC. Cada circuito consta de una protección independiente. Estos están reflejados en el Anexo I “Cálculos justificativos”.

6.7.1. Protecciones de DC

El lado de corriente continua abarca desde el conexionado en serie de los paneles fotovoltaicos hasta la línea L3 que conecta la caja de conexiones de nivel 2 con la entrada de los inversores. Las protecciones que encontramos en esta parte son:

- Fusibles: uno para el terminal positivo y otro para el terminal negativo de cada rama. Protegen contra sobrecargas y cortocircuitos. Serán del tipo Gg (protección general). Se instalan un total de:

$$12 \cdot 5 + 6 \cdot 1 + 12 = 78 \text{ Uds por sección}$$

$$\text{Total Fusibles} = 78 \cdot 3 = \mathbf{234 \text{ Uds}}$$

- Varistores: protegen contra posibles descargas atmosféricas, las cuales generan sobretensiones que pueden ocasionar daños al inversor. Se encargan de desviar las sobretensiones a tierra. Se colocará uno para la caja de conexión de nivel 1 y otro en la caja de conexión de nivel 2. 2 Uds por sección, **6 Uds**.
- Interruptor magnetotérmico: situado en la línea L3, en la caja de conexiones de nivel 2. Sirve para ejecutar la desconexión entre el generador fotovoltaico y el inversor en el caso de que se precise realizar tareas de mantenimiento o reparaciones. Se instalan 1 Ud por sección, **3 Uds**.
- Interruptor seccionador: uno para cada caja de conexión de nivel 1, un total de **18 Uds**. Esta protección está destinada a aislar mecánicamente la instalación asegurando la seguridad del personal técnico o para incapacitar una parte de la instalación tras producirse una avería. Se trata de un interruptor de corte en carga que nos permite cortar la alimentación de ese bloque.

L1. Tramo comprendido desde el conexionado de paneles en serie a la caja de conexión de nivel 1



- Fusibles → 16 A, 10x38 mm, de la empresa AutoSolar.
- Bases portafusibles de 32 A de la marca Schneider modelo TeSys DF10 seccionador portafusible fotovoltaico – 1P, 10x38 mm

Imagen 2. Fusible de 16 A

MEMORIA DESCRIPTIVA

L2. Tramo comprendido desde la caja de conexión de nivel 1 a la caja de conexión de nivel 2

- Varistor → Clase II, 40 kA, 1 kV, con dispositivo de indicación remota, de la marca Ciprotec modelo CS23-40/1000 IR.
- Interruptor seccionador → 100 A, 2P, de la marca Schneider modelo Acti 9 iSW.
- Bases portafusibles de 125 A de la marca Schneider modelo TeSys DF22 – 1P, 22x58 mm.
- Fusibles → 80 A, 22x58 mm, de la empresa AutoSolar.
→ 50 A, 22x58 mm, de la empresa EcoBadajoz.

- L2.1.1: 80 A
- L2.1.2: 50 A
- L2.1.3: 80 A
- L2.1.4: 80 A
- L2.1.5: 80 A
- L2.1.6: 80 A
- L2.2.1: 80 A
- L2.2.2: 50 A
- L2.2.3: 80 A
- L2.2.4: 80 A
- L2.2.5: 80 A
- L2.2.6: 80 A
- L2.3.1: 80 A
- L2.3.2: 80 A
- L2.3.3: 80 A
- L2.3.4: 80 A
- L2.3.5: 50 A
- L2.2.6: 80 A



Imagen 3. Fusible 50 A



Imagen 4. Fusible 80 A

L3. Tramo desde caja de conexión de nivel 2 a inversor

- Interruptor Magnetotérmico → 400 A, 2P, de la marca Schenider modelo Compact NSX DC.
- Varistor → Clase II, 40 kA, 1 kV, con dispositivo de indicación remota, de la marca Ciprotec modelo CS23-40/1000 IR.

6.7.2. Protecciones de AC

La parte de corriente alterna se sitúa a la salida del inversor y entrada del centro de transformación (L4). Esta parte contiene:

- Interruptor general magnetotérmico: se trata de un interruptor tanto manual como automático, con una intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la compañía en el punto de conexión, la cual debe tener fácil acceso a él. Protege contra sobrecargas y cortocircuitos. Curva B (protección de líneas largas, generadores y personas).
- Interruptor automático diferencial: protección contra contactos indirectos, destinada a proteger tanto a la instalación como a las personas contra la derivación de algún conductor o de alguna parte activa

MEMORIA DESCRIPTIVA

de los equipos. Según la norma, la sensibilidad será de 300 mA para motores y de 30 mA para alumbrado y otros usos, pero como nuestra instalación maneja potencias grandes, escogemos la sensibilidad de 300 mA. Se encuentra integrado el interruptor general magnetotérmico.

- Separación galvánica entre la red de distribución y la instalación: se encarga de asegurar que la corriente continua no intervenga en la red de corriente alterna. Lo recomendable es que venga incorporado con el inversor y el transformador debe efectuar la misma función. El inversor escogido cuenta con esta característica.

L4. Tramo desde el inversor al CT

- Interruptor Automático con relé diferencial → 500 A, 4P, 50 kA, 300 mA, grado de protección IP40, de la marca Schneider modelo VigiCompact NSX630N. Una Ud por sección, hacen un total de **3 Uds.**
- Interruptor seccionador → 500 A, 4P, 50 kA, curva B, grado de protección IP40, de la marca Schneider modelo Compact INV. **3 Uds.**

Las protecciones de la parte de corriente alterna están ubicadas en cuadros diferentes. El interruptor automático con relé diferencial está situado en los cuadros de protecciones que se encuentran a la salida de los inversores, mientras que los interruptores seccionadores se encuentran en el cuadro de protecciones establecido junto al centro de transformación, antes de su entrada al mismo.

6.7.3. Puesta a tierra

La puesta a tierra es imprescindible para toda la instalación, tanto como para la parte de corriente continua como para la parte de corriente alterna. El sistema de puesta a tierra se encarga de conducir a tierra la corriente eléctrica derivada hacia elementos metálicos que puedan entrar en contacto con las personas, como por ejemplo carcasas. Las causas de estas derivaciones son averías o fallos de aislamiento de los conductores.

El Real Decreto 1699/2011 es el encargado de regular esta sección y dicta que se debe tener un diseño de puesta a tierra de la instalación adecuado para que no perjudique la puesta a tierra de la empresa distribuidora. Por lo que, según el REBT, las masas de la instalación van conectadas a una tierra independiente del neutro de la distribuidora, al igual que para todas las masas. La separación galvánica es obligatoria.

Irán conectados a una tierra la estructura, el marco de los módulos y el resto de masas metálicas de la instalación, como las carcasas de las cajas de conexión, de los cuadros eléctricos, de los equipos, etc. De esta forma, elaboramos una red equipotencial, garantizando que los defectos serán desviados a tierra y no se generarán diferencias de potencial peligrosas. Se realiza mediante electrodos enterrados en el suelo con barras, placas o conductores desnudos de cobre.

La ITC-BT-18 establece cómo diseñar el sistema de puesta a tierra. La puesta a tierra contiene los siguientes elementos:

- Tomas a tierra

MEMORIA DESCRIPTIVA

Se trata de un electrodo en forma de barra, pletina, un conductor desnudo, etc. O puede realizarse mediante un sistema de mallas metálicas formadas por los electrodos mencionados. La profundidad a la que se entierra debe ser como mínimo de 50 cm.

- Conductores de tierra

Conectan el borne principal de puesta a tierra con los electrodos. Estos conductores deben de ser de cobre con una sección mínima de 35 mm². Las conexiones se realizan con grapas de conexión o mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

- Bornes de puesta a tierra

Vincula a los electrodos con el circuito de la instalación de puesta a tierra. Es decir, a todos los conductores que la componen (de tierra, de protección, equipotencial). Se sitúa en una arqueta con fácil acceso para poder realizar la medición. Además, debe contar con un puente seccionador que garantice la desconexión del conductor a tierra.

- Conductores de protección

Se encargan de unir eléctricamente las masas con otros elementos, asegurando la protección contra contactos indirectos. Unen las masas al borne de puesta a tierra, que está unido al conductor de tierra. Son de cobre aislados, de color verde-amarillo y su sección está normalizada en la siguiente tabla:

Sección de los conductores de fase S (mm ²)	Sección mínima del conductor de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 \leq S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Los conductores de protección que no forman parte de la canalización de la alimentación, deberán tener de sección como mínimo 2,5 mm² para conductores protegidos mecánicamente y 4 mm² para conductores sin proteger.

- Conductores equipotenciales

Estos conductores unen eléctricamente las masas metálicas y estructuras con el borne principal de puesta a tierra con el fin de evitar posibles diferencias de potencial entre estos elementos. A esta unión se le denomina red equipotencial y está unida con la red de tierras de la instalación.

6.7.4. Protección contactos eléctricos

La ITC-BT-24 del REBT clasifica los tipos de protección que existen contra contactos o choques eléctricos. Estas protecciones están destinadas a mejorar las condiciones de seguridad de las personas, animales y equipos eléctricos de la instalación.

MEMORIA DESCRIPTIVA

6.7.4.1. *Protección contra contactos directos*

Cuando una persona entra en contacto con un conductor o un elemento que normalmente se encuentra en tensión, puede sufrir heridas graves. Por este motivo es importante instalar medidas frente a los contactos directos. Estas medidas otorgan seguridad a las personas en el caso de que se produzca un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Las medidas son las siguientes:

- Aislar las partes activas
- Colocación de barreras o envolventes
- Introducción de obstáculos
- Alejar los elementos para que queden fuera de alcance
- Colocar dispositivos de corriente diferencial residual

6.7.4.2. *Protección contra los contactos indirectos*

El contacto indirecto ocurre cuando una persona entra en contacto con un elemento de la instalación que normalmente no debería estar en tensión y durante ese contacto se encuentra en tensión por accidente, como por ejemplo partes metálicas como carcasas. Se deben implantar las medidas:

- Cortar automáticamente la alimentación
- Empelar equipos de la clase II o realizar un aislamiento equivalente
- Proteger los locales o emplazamiento no conductores
- Realizar conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra
- Separar eléctricamente

6.8. Centro de transformación

Se ha optado por un centro de transformación compacto de MT/BT 630 kVA – 36 kV de la marca Schneider, serie EHA-3 GE de Merlin Gerin (de exterior). El hecho de que sea compacto facilita su instalación y realiza su ubicación de una manera mucho más cómoda. Se trata de un centro completo de exterior con envolvente de hormigón que consta de unas dimensiones relativamente pequeñas, reduciendo así el impacto visual, la obra civil y el impacto medioambiental. Se instalará sobre el suelo del terreno. Nos ofrece una potencia del transformador de 630 kVA, conexiones de MT y BT directas que simplifican la instalación, reducen las pérdidas en BT y disminuyen el número de averías.

En el interior se encuentra el centro compacto PLT-3 GE sin ruedas y los elementos que lo integran son:

- Envolvente de hormigón
- Centro compacto PLT-3 GE
- Punto de luz
- Red de tierras interior
- Circuito de disparo
- Accesorios

MEMORIA DESCRIPTIVA



Imagen 5. Centro de Transformación

6.8.1. Normativa

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación
- UNE-EN 61330/97
- UNE-EN 60694 (CEI 694)
- UNE-EN 60298 (CEI 298)
- UNE-EN 60439-1 (CEI 439)
- FND004 (Norma Grupo Endesa)

6.8.2. Calidad medioambiental

El centro de Schneider Electric Griñón dispone de un sistema de gestión medioambiental y se informa al público con arreglo al Sistema Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría, registro nº ES/MD/00000004. Además, debido a su política medioambiental, Schneider Electric consta de un departamento operativo el cual se ocupa de los equipos cuando éstos alcanzan el final de su vida útil, protegiendo al medio ambiente y evitando preocupaciones de almacenamiento y desmontaje.

6.8.3. Esquema eléctrico

El centro compacto EHA-3 GE cuenta con un transformador de hasta 630 kVA conectado a una red de hasta 36 kV en anillo instalado sobre una superficie pequeña.

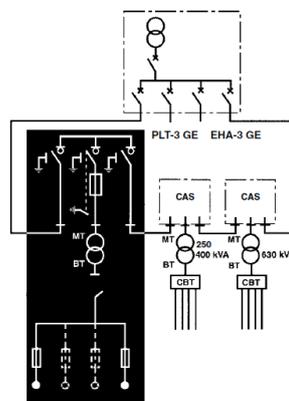


Ilustración 2. Esquema Eléctrico

MEMORIA DESCRIPTIVA

6.8.4. Características

tensión asignada (kV) 50 Hz:	36 kV
■ ensayo de tensión a frecuencia industrial (50 Hz) 1 min:	70 kV ef.
■ ensayo de tensión asignada soportada a impulsos tipo rayo 1,2/50 µs:	170 kV cresta
■ unidad funcional MT de aparamenta MT:	
unidad de aparamenta MT:	esquema 2L+P (2I+Q)
■ intensidad asignada ⁽¹⁾ :	400 A
■ intensidad asignada de corta duración admisible (1 s) ⁽¹⁾ :	16 kA ef.
■ valor de cresta de la intensidad de corta duración admisible ⁽¹⁾ :	40 kA cresta
unidad transformador MT/BT	
■ potencias (kVA):	250, 400 o 630 kVA
■ tensión primaria:	25 kV
■ tensión secundaria:	420 V b2
■ grupo de conexión:	Dyn 11
■ tensión de cortocircuito:	4,5%
unidad BT de dimensiones reducidas	
■ tensión asignada:	440 V
■ tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial:	10 kV ef.
■ tensión soportada asignada con impulsos tipo rayo 1,2/50 µs:	20 kV cresta
■ intensidad asignada:	1.000 A
■ intensidad asignada de las salidas:	400 A
■ número de salidas con bases de 400 A ⁽²⁾ :	2
■ número de salidas de reserva ⁽²⁾ :	2
■ intensidad de corta duración admisible (1 s):	12 kA
prefabricado de hormigón para EHA-3 GE o EHS-3 GE	
■ clase de envolvente (UNE EN 61330/97):	10 K
■ grado de protección (UNE 20324/93):	IP23D
■ protección contra daños mecánicos:	20 Julios

6.8.5. Elementos que lo componen

6.8.5.1. Edificio prefabricado de hormigón

El centro de transformación se compone de una envolvente de hormigón armado con una resistencia característica superior a 250 kg/cm². Garantiza la equipotencialidad debido a que posee una armadura de mallazo electrosoldado. El techo está diseñado para que no pueda penetrar el agua en su interior, evitando filtraciones y que se acumule el agua en su interior.

- Cuba de recogida de aceite de un PLT-3 hasta 630 kVA sin que el aceite se vierta por la base.
- Rejillas con ventilación de chapa de acero galvanizado recubiertas con pintura de poliéster. Grado de protección IP339. Posee una rejilla en cada lateral garantizando así la ventilación natural del PLT-3 GE.
- Puerta de acceso poseedora de un retenedor metálico que garantiza la fijación a 90° y 180° que permite una cómoda inspección y trabajo de la aparamenta. Es de acero galvanizado pintado con pintura poliéster al igual que las rejillas, y sus dimensiones son 1960 mm de ancho por 1609 mm de alto.

MEMORIA DESCRIPTIVA



Imagen 6. Centro de Transformación

6.8.5.2. PLT-3 GE

- Unidad de aparamenta MT

Celda compacta de aislamiento integral en SF6 que contiene en una única envolvente estanca (sistema sellado a presión) dos funciones de línea de 400 A con pasatapas roscado de 400 A M16 y una función de protección con fusibles (Q). La celda dispone de los siguientes accesorios: 3 fusibles DIN 43625 combinados con el interruptor-seccionador de la función Q, 1 bobina de apertura 220 Vac aislada a 10 kV sin contactos auxiliares y 3 lámparas de presencia de tensión para las funciones de línea.

- Unidad de aparamenta BT

Cuadro de Baja Tensión (CBT) conectado directamente por barras a la unidad de transformador MT/BT y atornillado sobre la misma. El CBT lo forma un bastidor metálico sobre el que se montan diferentes unidades funcionales:

- Unidad funcional de acometida: la acometida del CBT se realiza directamente, por barras (3 de fase y una de neutro) a través de la cuba del transformador. El seccionamiento está constituido por cuatro pletinas deslizantes que en posición abierto garantizan la distancia de seccionamiento.
- Unidad funcional de embarrado: la forman tres barras horizontales de fase y una de neutro, encargadas de distribuir la energía eléctrica procedente de la unidad de acometida.
- Unidad funcional de protección: sistema de protección de bases tripolares verticales de apertura unipolar en carga tipo BTVC de 400 A para montaje de fusibles de tamaño 2.
- Unidad funcional de control: posibilita el montaje y conexionado de elementos como el magnetotérmico, el diferencial, etc.



Imagen 7. Transformador

MEMORIA DESCRIPTIVA

- Unidad de transformador MT/BT

Es un transformador MERLIN GERIN de llenado integral en aceite (hasta 630 kW 36 kV) que dispone de dispositivo de llenado, dispositivo de vaciado y de toma de muestras, termómetro con un contacto y conmutador de regulación accesible desde el frontal. Además, consta de una plataforma metálica y móvil integrada en la estructura del propio transformador que realiza la función de soporte de la unidad de aparataje MT. La forman perfiles laminados, soldados entre sí, forman un bastidor con la resistencia adecuada para los elementos que tiene que soportar.

- Interconexiones AT

La interconexión entre la función de protección (Q) de la unidad de aparataje MT y la unidad de transformador MT/BT se realiza directamente. Esta conexión no es accesible y se suministra perfectamente montada y ensayada, garantizando así la correcta conexión de los elementos.

- Interconexión BT

La interconexión entre la unidad de transformador y la de aparataje BT se realiza directamente por barras. No es accesible y está protegida contra contactos directos.

- Circuito de disparo

Circuito de conexión entre la bobina de apertura de la función Q de la unidad de aparataje MT y el dispositivo de protección por temperatura de la unidad de transformador-

- Accesorios
 - Cajón para la información propia del centro de transformación.
 - En opción se puede suministrar una plataforma aislante de trabajo para la maniobra del personal.

6.8.5.3. Red de tierras separadas

Los cables con los que se realizan son de sección 50 mm², conductor de cobre, desnudo para los herrajes y aislado para el neutro. La conexión del neutro se hace en el CBT. Con el cable de tierra de herrajes se realiza un anillo completo, el cual se derivará a los equipos mediante latiguillos del mismo cable. Los dos anillos de la tierra (herrajes y neutro) finalizan en una caja de seccionamiento destinada a la conexión con la red de tierras exterior. La red de tierras exterior no se incluye en el suministro.

6.8.5.4. Iluminación

Instalación de un punto de luz fría.

6.8.5.5. Accesorios

- Cadena bicolor de seguridad
- Cartel de primero auxilios
- Cartel de riesgo eléctrico
- Cajón para la información propia del centro
- Plataforma aislante de trabajo para la maniobra del personal

MEMORIA DESCRIPTIVA

6.8.6. Instalación

Es necesario elaborar un agujero en el terreno con las siguientes dimensiones:

- Longitud frontal = 2 950 mm
- Anchura = 3 800 mm
- Profundidad total = 970 mm

En el fondo se colocará arena lavada y nivelada de 150 mm de espesor. Todo el montaje del centro compacto es efectuado en fábrica, de modo que para realizar la instalación se tiene que tener en cuenta que es necesario un fácil acceso del camión-grúa de 24 TM con un ancho del camión superior a 3 m y que la zona de ubicación del centro y sus alrededores deben estar libres para no dificultar las descargas de los materiales y el montaje del centro. Toda la instalación debe realizarla personal especializado.

6.8.7. Dimensiones

- Longitud = 2500 mm
- Anchura = 2320 mm
- Altura total = 2970 mm
- Altura vista = 2150 mm

6.9. Dimensionado y conexionado

La instalación se compone de 1485 módulos fotovoltaicos con unas dimensiones de 1979x1002x40 mm por cada módulo, los cuales van agrupados en conexiones en serie de 15 módulos y en distribuidos de manera que queden 3 verticales y 5 horizontales (3x5). La estructura que los soporta contendrá 3 de estos grupos, un total de 45 módulos por estructura. De modo que la estructura soporte debe tener unas dimensiones de mínimo 15,1x5,6 m y con una inclinación de 30 °. Cada grupo de 45 módulos tendrá una separación lateral de 5 m y de frente se dejará un espacio de 7,3 m para evitar pérdidas por sombreado.

El conexionado en serie de los paneles fotovoltaicos se realiza mediante bandejas portacables RS PRO de 3 m x 300 mm, al igual que la línea L1 que conecta los strings con la caja de conexión de nivel 1. A partir de aquí, todas las líneas van guiadas mediante tubo corrugado de PVC. Desde las cajas de conexión de nivel 1 salen las líneas guiadas mediante el tubo corrugado hasta la caseta donde está ubicada la caja de conexión de nivel 2. Para conseguir un guiado más uniforme, existen arquetas de conexión distribuidas por toda la instalación tal y como se muestra en el Plano nº 4 “Planta General”. Las arquetas son de 40 x 40 cm con referencia Adequa ARQ-4040-G y vienen con la tapa incluida. El tubo corrugado que guía las líneas de la L2 dispone de un diámetro de 75



Imagen 8. Arqueta de conexión

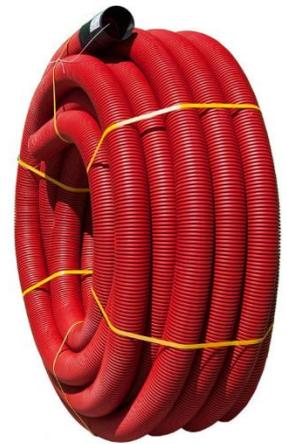


Imagen 9. Tubo corrugado de 70 mm

de conexión distribuidas por toda la instalación tal y como se muestra en el Plano nº 4 “Planta General”. Las arquetas son de 40 x 40 cm con referencia Adequa ARQ-4040-G y vienen con la tapa incluida. El tubo corrugado que guía las líneas de la L2 dispone de un diámetro de 75

MEMORIA DESCRIPTIVA

mm, mientras que para las líneas L3 y L4 utilizamos un tubo con diámetro de 200 mm, debido a que la sección del cable es de 150 mm².

ANEXO I CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. Topología y bloques de la instalación	35
1.1. Agrupación serie de paneles para formar strings	35
1.2. Agrupación en paralelo de strings para conectar a los inversores	35
2. Distancia entre estructuras y colocación de los módulos	36
3. Cableado	36
3.1. Criterio por capacidad térmica	36
3.2. Criterio por caída de tensión	39
3.3. Cálculo de sección de los conductores de DC	41
3.4. Cálculo de sección de los conductores de AC	43
4. Cálculo de protecciones	44
4.1. Cálculo de protecciones en la parte de DC	44
4.2. Cálculo de protecciones en la parte de AC	45
5. Cálculo de puesta a tierra	45

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. Topología y bloques de la instalación

El generador fotovoltaico se compone de un conjunto de cadenas o strings conectadas en paralelo. La realización de esta conexión mixta debe a que al ser conectados en serie aumentamos la tensión mientras que la conexión en paralelo nos permite aumentar la intensidad. De modo que jugamos con los componentes de la instalación para conseguir las características deseadas.

1.1. Agrupación serie de paneles para formar strings

Para calcular el número de paneles que necesitamos conectados en serie:

$$N_s = \frac{V_{m\acute{a}x_{inv}}}{V_{oc}} = \frac{800}{49,8} \approx \mathbf{16 \text{ m\u00f3dulos en serie como m\u00e1ximo}}$$

Siendo:

- N_s : n\u00famero de m\u00f3dulos conectados en serie (strings)
- $V_{m\acute{a}x_{inv}}$: tensi\u00f3n m\u00e1xima de entrada al inversor
- V_{oc} : tensi\u00f3n en circuito abierto de los m\u00f3dulos fotovoltaicos

A\u00fan que el resultado nos haya dado una m\u00e1xima de 16 m\u00f3dulos, cogemos 15 con el fin de que el inversor pueda funcionar en el punto de m\u00e1xima potencia y de que la agrupaci\u00f3n est\u00e9 mejor recogida. Como se ha mencionado anteriormente, la conexi\u00f3n de m\u00f3dulos en serie aumenta la tensi\u00f3n, por lo que debemos comprobar que est\u00e1 tensi\u00f3n no supera la tensi\u00f3n m\u00e1xima de entrada al inversor.

$$N_s \cdot V_{mpp_{panel}} < V_{m\acute{a}x_{inv}}$$

$$15 \cdot 41,7 < 800 \rightarrow 625,5 < 800 \text{ (CUMPLE)}$$

1.2. Agrupaci\u00f3n en paralelo de strings para conectar a los inversores

Al igual que en la conexi\u00f3n en serie debe adaptarse a la tensi\u00f3n del inversor, para la conexi\u00f3n en paralelo de los strings debe adecuarse a la potencia del inversor.

$$N_p = \frac{P_{inv}}{N_s \cdot P_p} = \frac{200}{15 \cdot 0,4} \approx \mathbf{33 \text{ grupos}}$$

$$P_{pico_{inv}} = 33 \cdot 15 \cdot 0,4 = 198 \text{ kWp}$$

Siendo:

- N_p : n\u00famero de asociaciones de strings (conexiones en paralelo)
- P_{inv} : potencia m\u00e1xima del inversor
- P_p : potencia pico de un m\u00f3dulo fotovoltaico
- $P_{pico_{inv}}$: potencia pico por cada inversor

Como disponemos de 3 inversores, estas agrupaciones se realizan en 3 niveles. Por lo que:

$$P_{instalaci\u00f3n} = 3 \cdot 198 \text{ kWp} = 594 \text{ kWp}$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2. Distancia entre estructuras y colocación de los módulos

Entre agrupaciones debe de existir una distancia previamente calculada con el fin de evitar pérdidas por sombreado entre grupos.

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg}(61 - \emptyset)} = \frac{3,00056}{\operatorname{tg}(61 - 38,6373)} = 7,29 \text{ m} \approx 7,3 \text{ m}$$

$$h = \text{largo} \cdot \operatorname{sen} \alpha = 5,937 \cdot \operatorname{sen} (30,3597) = 3,00056 \text{ m}$$

Siendo:

- d : distancia entre agrupaciones
- h : altura existente entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente
- \emptyset : latitud
- α : ángulo de inclinación
- largo : largo de la agrupación de los módulos \rightarrow como son 15 módulos en serie, los agrupamos de forma que queden 5 horizontales y 3 verticales (3x5), por lo que el largo es $= 3 \cdot 1,979 = 5,937 \text{ m}$

3. Cableado

Es necesario dimensionar correctamente el conjunto de cableado de la instalación para así evitar pérdidas por calentamiento y caídas de tensión. Además de asegurar la instalación ante los incendios que se puedan producir en el caso de que la sección no sea la adecuada. Los cálculos de la sección del conductor se calculan aplicando el criterio por capacidad térmica y el de por caída de tensión.

Según la Guía Técnica de Aplicación BT-40, los cables de conexión deben estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública no debe superar el 1,5%. Por lo que la intensidad prevista para el conductor (I_B) está multiplicada por 1,25, consiguiendo así el dimensionamiento correcto.

3.1. Criterio por capacidad térmica

Tras estructurar los módulos fotovoltaicos de forma que consigamos adaptar la potencia de la instalación, obteniendo así los valores de potencia para cada línea, aplicamos el criterio por capacidad térmica. En primer lugar, debemos calcular la intensidad prevista para el conductor (I_B), la cual se calcula dependiendo de si el cable es para corriente continua (DC), corriente alterna (AC) monofásica o corriente alterna trifásica.

$$I_{BDC} = \frac{P_{CÁL}}{V}$$

$$I_{BACMONOFÁSICA} = \frac{P_{CÁL}}{V_f \cdot \cos \varphi}$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

$$I_{BAC\text{TRIFÁSICA}} = \frac{P_{CÁL}}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos \varphi}$$

Conociendo el valor de I_B , el método de la instalación, el número de conductores cargados, el tipo de aislamiento y el tipo del conductor, podemos obtener el valor de I_Z junto a su sección asociada mediante las tablas de Intensidad admisible en cables de tensión asignada hasta 0,6/1 kV, para instalaciones receptoras según norma UNE 20460-5-523.

Tabla 1:		INTENSIDAD ADMISIBLE (EN AMPERIOS), PARA CABLES AL AIRE, CON CONDUCTOR DE COBRE (TENSIÓN ASIGNADA HASTA 0,6/1KV)												
		Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
Método de instalación ⁽¹⁾		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE								
A1	Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes													
A2	Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE								
B1	Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE				
B2	Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
C	Cables multiconductores directamente sobre la pared					3x PVC		2x PVC			2x XLPE			
E	Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3 D						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
F	Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sección mm ² COBRE														
1,5		11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24		
2,5		15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33		
4		20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45		
6		25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57		
10		34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76		
16		45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105		
25		59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	
35			77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	
50			94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	
70					149	160	171	185	199	214	224	244	269	
95					180	194	207	224	241	259	271	296	327	
120					208	225	240	260	280	301	314	348	380	
150					236	260	278	299	322	343	363	404	438	
185					268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240					315	350	374	401	435	468	490	552	590	
300					360	401	430	461	500	538	563	638	678	
400					431	480	515	552	599	645	674	770	812	
500					493	551	592	633	687	741	774	889	931	
630					565	632	681	728	790	853	890	1028	1071	
Temperatura del aire: 40 °C														

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Tabla 3:	INTENSIDAD ADMISIBLE (EN AMPERIOS), PARA CABLES SOTERRADOS BAJO TUBO (TENSIÓN ASIGNADA HASTA 0,6/1kV)			
	Aislamiento de XLPE o EPR			
	3 unipolares o 1 tripolar		2 unipolares o 1 tripolar	
SECCIÓN	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
1,5	23	-	27	-
2,5	30	23	36	27
4	39	30	46	36
6	48	37	58	44
10	64	49	77	58
16	82	62	100	77
25	105	82	130	98
35	130	98	155	120
50	155	115	183	139
70	190	145	225	170
95	225	175	265	205
120	260	200	305	230
150	300	230	340	265
185	335	260	385	295
240	400	305	440	340
300	455	350	500	385
400	530	405	570	445
500	610	465	660	510
630	710	530	735	575

Resistividad térmica del terreno: 1,5 K.m/W
 Temperatura del terreno: 25 °C
 Profundidad de la instalación: 700 mm

A esta I_Z obtenida mediante tablas, en ciertas ocasiones es necesario aplicarle uno o varios factores de reducción (o corrección) (f_c) establecidos en las tablas E, F, G, H e I de la norma UNE 20 460-5-523:2004. La intensidad admisible por el conductor modificada por los factores de reducción la denominamos I_Z' .

Finalmente, para que este criterio se cumpla, la intensidad prevista para el conductor (I_B) debe ser igual o inferior a la intensidad máxima admisible por el conductor (I_Z').

$$I_B \leq I_Z'$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.2. Criterio por caída de tensión

Para este criterio es necesario saber las caídas de tensión máximas admisibles para nuestra instalación. Todos los tramos de nuestra instalación tienen establecida una caída de tensión máxima del 1,5% según el IDEA.

Primeramente, calculamos la temperatura real estimada en un conductor:

$$T = T_o + (T_{m\acute{a}x} - T_o) \cdot \left(\frac{I_B}{I_Z'}\right)^2$$

Siendo:

- T_o : temperatura ambiente del conductor
- $T_{m\acute{a}x}$: temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento

Tras haber calculado la temperatura real estimada en un conductor podemos calcular la conductividad del conductor a dicha temperatura.

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

Siendo:

- γ_{20} : conductividad establecida a 20°
- α : resistividad de los materiales

Estos valores están fijados y podemos encontrarlos en sus tablas correspondientes.

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20 °C	70 °C	90 °C

Cobre	Aluminio
$\alpha_{Cu} = 0,00392$	$\alpha_{Al} = 0,00403$

Por último, el cálculo de la caída de tensión, que depende de la sección del cable y de si se trata de una línea monofásica o trifásica.

Sección	Monofásica	Trifásica
$\leq 120 \text{ mm}^2$	$\%v = \frac{200 \cdot \sum P \cdot l}{c \cdot s \cdot V^2}$	$\%v = \frac{100 \cdot \sum P \cdot l}{c \cdot s \cdot V^2}$
$> 120 \text{ mm}^2$	$\%v = 200 \cdot (Ru + Xu \cdot tg\varphi) \cdot \frac{\sum P \cdot l}{V^2}$	$\%v = 100 \cdot (Ru + Xu \cdot tg\varphi) \cdot \frac{\sum P \cdot l}{V^2}$

En el caso de que la sección sea superior a 120 mm² debemos obtener los valores de Ru y Xu mediante sus tablas correspondientes.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Sección mm ²	Resistencia (mohm/m)			Reactancia (mohm/m)
	20°C	70°C PVC	90°C EPR/XLPE	
1,5	12,34	14,81	15,80	-
2,5	7,40	8,88	9,48	-
4	4,63	5,55	5,92	-
6	3,09	3,70	3,95	-
10	1,85	2,22	2,37	-
16	1,16	1,39	1,48	-
25	0,74	0,89	0,95	-
35	0,53	0,63	0,68	-
50	0,37	0,44	0,47	-
70	0,26	0,32	0,34	-
95	0,19	0,23	0,25	-
120	0,15	0,19	0,20	-
150	0,12	0,15	0,16	0,02
185	0,10	0,12	0,13	0,02
240	0,08	0,09	0,10	0,02

Tabla 10. Cobre

En nuestro caso, hemos obtenido secciones superiores a 240 mm². De modo que para la parte de AC hemos utilizado los valores de $R = 0,0641 \text{ m}\Omega/\text{m}$ a 20 °C, y $X = 0,1 \text{ m}\Omega/\text{m}$. En DC no se tiene en cuenta la reactancia.

Ahora solo queda comprobar que la caída de tensión calculada sea inferior a la permitida. En el caso de que esta condición no se cumpla, habrá que aumentar la sección del conductor hasta que se cumpla la condición

$$\%v_{calculada} \leq \%v_{m\acute{a}x}$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.3. Cálculo de sección de los conductores de DC

La sección del conductor neutro será la misma que las secciones de los conductores.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

	Longitud (m)	Potencia (W)	cos φ	Tensión (V)	I _B (A)	I _z (A)	Factor Corrección	I _z ' (A)	Sección (mm ²)	Material Conductor	Tipo Aislam.	Temp. Amb. (°C)	Cte. α	Cond. 20 °C (σ ⁻¹ .m ⁻¹)	Temp. Máx. (°C)	Temp. Real (°C)	Cond.T.Real (σ ⁻¹ .m ⁻¹)	%v
L1																		
L1.1	16	6000	1	625,5	11,990	34	1,0	34	4	Cu	XLPE	40	0,00392	56	70	43,731	50,750	0,242
L1.2	11	6000	1	625,5	11,990	34	1,0	34	4	Cu	XLPE	40	0,00392	56	70	43,731	50,750	0,166
L1.3	6	6000	1	625,5	11,990	34	1,0	34	4	Cu	XLPE	40	0,00392	56	70	43,731	50,750	0,091
L1.4	2	6000	1	625,5	11,990	34	1,0	34	4	Cu	XLPE	40	0,00392	56	70	43,731	50,750	0,030
L1.5	7	6000	1	625,5	11,990	34	1,0	34	4	Cu	XLPE	40	0,00392	56	70	43,731	50,750	0,106
L1.6	12	6000	1	625,5	11,990	34	1,0	34	4	Cu	XLPE	40	0,00392	56	70	43,731	50,750	0,181
L1.7	2	6000	1	625,5	11,990	34	1,0	34	4	Cu	XLPE	40	0,00392	56	70	43,731	50,750	0,030
L1.8	7	6000	1	625,5	11,990	34	1,0	34	4	Cu	XLPE	40	0,00392	56	70	43,731	50,750	0,106
L1.9	12	6000	1	625,5	11,990	34	1,0	34	4	Cu	XLPE	40	0,00392	56	70	43,731	50,750	0,181
L2																		
Sección 1																		
L2.1.1	125	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	1,391
L2.1.2	110	18000	1	625,5	35,971	100	0,8	80	16	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	38,141	52,282	1,287
L2.1.3	98	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	1,110
L2.1.4	84	36000	1	625,5	71,942	130	0,8	104	25	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	56,104	49,057	1,395
L2.1.5	54	36000	1	625,5	71,942	130	0,8	104	25	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	56,104	49,057	0,945
L2.1.6	42	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	0,529
Sección 2																		
L2.2.1	115	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	1,287
L2.2.2	102	18000	1	625,5	35,971	130	0,8	104	25	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	32,776	53,329	0,752
L2.2.3	124	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	1,380
L2.2.4	72	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	0,841
L2.2.5	58	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	0,695
L2.2.6	45	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	0,560
Sección 3																		
L2.3.1	28	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	0,384
L2.3.2	84	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	0,965
L2.3.3	72	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	0,841
L2.3.4	61	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	0,726
L2.3.5	82	18000	1	625,5	35,971	100	0,8	80	16	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	38,141	52,282	0,979
L2.3.6	69	36000	1	625,5	71,942	155	0,8	124	35	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	46,880	50,662	0,810
L3																		
L3.1	3	198000	1	625,5	395,683	500	1,0	500	300	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	65,707	47,491	0,023
L3.2	7	198000	1	625,5	395,683	500	1,0	500	300	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	65,707	47,491	0,054
L3.3	13	198000	1	625,5	395,683	500	1,0	500	300	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	65,707	47,491	0,099

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.4. Cálculo de sección de los conductores de AC

La sección del conductor neutro será la mitad de que las secciones de los conductores.

	Longitud (m)	Potencia (W)	cos φ	Tensión (V)	I_B (A)	I_z (A)	Factor Corrección	I_z' (A)	Sección (mm ²)	Material Conductor	Tipo Aislam.	Temp. Amb. (°C)	Cte α	Cond. 20 °C ($\sigma^{-1}\cdot m^{-1}$)	Temp. Máx. (°C)	Temp. Real (°C)	Cond.T.Real ($\sigma^{-1}\cdot m^{-1}$)	%v
L4																		
Inversor 1	15	198000	1	400	361,25	500	1,0	500	300	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	58,930	48,586	0,227
Inversor 2	14	198000	1	400	361,25	500	1,0	500	300	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	58,930	48,586	0,212
Inversor 3	15	198000	1	400	361,25	500	1,0	500	300	Cu	XLPE	25	0,00392	56	90	58,930	48,586	0,227

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

4. Cálculo de protecciones

Es de obligado cumplimiento proteger el cableado de nuestra instalación. Para ello, vamos a calcular las protecciones necesarias para proteger contra sobrecargas. El procedimiento de cálculo es el siguiente:

Se comprueba que existe un calibre del interruptor (I_N) comprendido entre la intensidad de cálculo del circuito (I_B) calculada anteriormente y la intensidad máxima admisible por el conductor (I_Z).

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Con el calibre escogido, calculamos la intensidad que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección (I_F) mediante la tabla:

I_N (A)	Tiempo convencional (h)	I_F (A)
$I_N \leq 4$	1	$2,1 \cdot I_N$
$4 < I_N \leq 16$	1	$1,9 \cdot I_N$
$16 < I_N \leq 63$	1	$1,6 \cdot I_N$
$63 < I_N \leq 160$	2	$1,6 \cdot I_N$
$160 < I_N \leq 400$	3	$1,6 \cdot I_N$
$400 < I_N$	4	$1,6 \cdot I_N$

Por último, se tiene que cumplir que:

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Si esta condición se cumple, la sección escogida es correcta y el cable se encuentra bien protegido. En el caso de que no se cumpliera, podemos utilizar otro calibre que pueda estar comprendido dentro del rango, o en el caso de que no existan más calibres o ninguno cumpla con la condición, la solución sería aumentar la sección del conductor e ir probando.

4.1. Cálculo de protecciones en la parte de DC

	I_B (A)	I_N (A)	I_Z (A)	I_F (A)	$1,45 \cdot I_Z$ (A)	$I_F < 1,45 \cdot I_Z$ (A)
L1						
L1.1	11,99	16	34	30,4	49,3	OK
L1.2	11,99	16	34	30,4	49,3	OK
L1.3	11,99	16	34	30,4	49,3	OK
L1.4	11,99	16	34	30,4	49,3	OK
L1.5	11,99	16	34	30,4	49,3	OK
L1.6	11,99	16	34	30,4	49,3	OK
L1.7	11,99	16	34	30,4	49,3	OK
L1.8	11,99	16	34	30,4	49,3	OK
L1.9	11,99	16	34	30,4	49,3	OK
L2						
Sección 1						
L2.1.1	71,94	80	124	128	179,8	OK
L2.1.2	35,97	50	80	80	116	OK
L2.1.3	71,94	80	124	128	179,8	OK
L2.1.4	71,94	80	104	128	150,8	OK

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

L2.1.5	71,94	80	104	128	150,8	OK
L2.1.6	71,94	80	124	128	179,8	OK
Sección 2						
L2.2.1	71,94	80	124	128	179,8	OK
L2.2.2	35,97	50	104	80	150,8	OK
L2.2.3	71,94	80	124	128	179,8	OK
L2.2.4	71,94	80	124	128	179,8	OK
L2.2.5	71,94	80	124	128	179,8	OK
L2.2.6	71,94	80	124	128	179,8	OK
Sección 3						
L2.3.1	71,94	80	124	128	179,8	OK
L2.3.2	71,94	80	124	128	179,8	OK
L2.3.3	71,94	80	124	128	179,8	OK
L2.3.4	71,94	80	124	128	179,8	OK
L2.3.5	35,97	50	80	80	116	OK
L2.3.6	71,94	80	124	128	179,8	OK
L3						
L3.1	395,68	400	500	640	725	OK
L3.2	395,68	400	500	640	725	OK
L3.3	395,68	400	500	640	725	OK

4.2. Cálculo de protecciones en la parte de AC

	I_B (A)	I_N (A)	I_Z (A)	I_F (A)	$1,45 \cdot I_Z$ (A)	$I_F < 1,45 \cdot I_Z$ (A)
L4						
Inversor 1	361,25	400	500	640	725	OK
Inversor 2	361,25	400	500	640	725	OK
Inversor 3	361,25	400	500	640	725	OK

5. Cálculo de puesta a tierra

El Real Decreto 1699/2011 establece las condiciones de puesta a tierra. La puesta a tierra de la instalación no debe perjudicar las condiciones de puesta a tierra de la empresa distribuidora, por lo que no se pueden transferir defectos a ésta. La instalación consta de separación galvánica entre la misma y la red de distribución. Las masas de la instalación de generación están conectadas a tierra independientes de la tierra del neutro de la empresa distribuidora, cumpliendo con los reglamentos de seguridad.

La puesta a tierra se realiza sin instalar dispositivos de protección, directamente sobre el terreno mediante unos electrodos enterrados. Este sistema conduce al terreno las corrientes de defecto o de descargas atmosféricas reduciendo las diferencias de potencial que se puedan producir en nuestra instalación y evitando que haya tensiones entre diferentes masas metálicas o entre estas y el suelo. Reduce los posibles peligros que puedan sufrir las personas y los elementos de la instalación.

Esta instalación puede ser compleja. De modo que es recomendable realizar pruebas y ensayos antes de la puesta en marcha de la instalación.

El conductor es de cobre, dispone de una sección de 35 mm² (como dicta la norma) e irá enterrado en zanja. Habrá dos tipos de redes de tierra: el cable de tierra para

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

la puesta a tierra de todas las estructuras y el cable de tierra para la puesta a tierra de los descargadores de sobretensión de las cajas de conexión.

Para el cálculo de la resistencia del electrodo necesitamos saber la suma total de la resistencia de toma de tierra (R_A).

$$R_A = \frac{V}{I_a} = \frac{24}{0,03} = 800 \Omega$$

Siendo:

- V : Tensión de contacto límite convencional (cogemos la más desfavorable)
- I_a : Intensidad máxima de defecto a tierra = 300 mA (sensibilidad del Interruptor Diferencial)

El terreno donde se va a realizar la instalación es de área arcillosa, que consta con una resistividad (ρ) de $500 \Omega \cdot \text{m}$ y el conductor estará enterrado horizontalmente con una longitud total (L) de 120 m. De modo que la resistencia de tierra del electrodo (R) es:

$$R = 2 \cdot \frac{\rho}{L} = 2 \cdot \frac{500}{120} = 8,33 \Omega$$

Comprobamos que cumple con la condición $R < R_A$ por lo que no será necesario colocar picas.

La compañía distribuidora (Iberdrola) nos dice que también se debe cumplir la condición de $R < 50 \Omega$ para líneas de distribución ≤ 20 kV. Comprobamos que se cumple.

En el caso de que estas condiciones no se cumplieran, habría que mejorar la resistencia a tierra mediante la implantación de picas de acero cobrizado con soldadura aluminotérmica.

El neutro de la empresa distribuidora se colocará mínimo a 15 m de la tierra de protección de nuestra instalación para así evitar posibles defectos en la red de distribución.

ANEXO II PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objeto	49
2. Generalidades	49
3. Reglamentación aplicable	49
4. Fases del proceso de autorización	49
5. Situación actual	50
6. Especificaciones técnicas	50
6.1 Módulo fotovoltaico y sistemas generadores fotovoltaicos	51
6.2 Orientación e inclinación y sombras	52
6.3 Diseño del sistema de monitorización	52
6.4 Integración arquitectónica	53
6.5 Componentes y materiales	53
6.6 Estructura soporte	54
6.7 Inversores	54
6.8 Cableado	56
6.9 Conexión a red	56
6.10 Medidas	56
6.11 Protecciones	56
6.12 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas	56
6.13 Armónicos y compatibilidad electromagnética	57
6.14 Medidas de seguridad	57
6.15 Recepción y pruebas	57
7. Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas	58
7.1 Mantenimiento preventivo realizado por el usuario	59
7.1.1 Mantenimiento del generador fotovoltaico	59
7.1.2 Mantenimiento del inversor	59
7.1.3 Mantenimiento de la instalación eléctrica y de los dispositivos de protección	59
7.2 Mantenimiento preventivo realizado por el personal técnico cualificado	60
7.2.1 Revisión del funcionamiento general	60
7.2.2 Mantenimiento del generador fotovoltaico	60
7.2.2.1 Revisión de los módulos fotovoltaicos	60
7.2.2.2 Conexiones eléctricas	60
7.2.2.3 Estructura soporte	60
7.2.3 Mantenimiento del inversor	60
7.2.4 Mantenimiento del sistema de monitorización	61

7.2.5	Mantenimiento de los dispositivos de la instalación eléctrica _____	61
7.2.6	Mantenimiento de las medidas de seguridad _____	61
7.3	Supervisión. Averías críticas en las instalaciones solares fotovoltaicas _____	61
7.3.1	Averías del generador fotovoltaico _____	61
7.3.2	Averías en el inversor _____	62
7.4	Mantenimiento correctivo _____	62
7.5	Ajuste y adaptación estacional _____	62
7.6	Protección contra factores meteorológicos adversos _____	62
8.	<i>Evaluación de impacto ambiental</i> _____	62
9.	<i>Formación</i> _____	63

PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objeto

El objetivo de la elaboración del pliego de condiciones es fijar las condiciones técnicas, económicas, administrativas y legales con el fin de que el proyecto pueda llevarse a cabo sin equivocaciones y acorde a la normativa aplicable. El proyecto planteado trata de una instalación fotovoltaica de conexión a red destinada a la venta de energía, en Villena, provincia de Alicante, España.

El presente pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad.

El ámbito de aplicación del Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) abarca los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la instalación.

2. Generalidades

Este PCT es de aplicación a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución, por lo que no se aplica en instalaciones aisladas de la red.

3. Reglamentación aplicable

Toda la normativa de aplicación coincide con la normativa establecida en el apartado 5 “Normativa de aplicación” del documento nº 2 “Memoria descriptiva”.

4. Fases del proceso de autorización

Como es lógico, para poder dar comienzo a la construcción de la planta generadora fotovoltaica de conexión a red y su puesta en marcha, es necesario realizar una serie de trámites en los que intervienen los organismos administrativos correspondientes y la compañía distribuidora, en nuestro caso, Iberdrola. Enumeramos las fases del proceso de autorización de una instalación fotovoltaica conectada a la red.

- Licencia de obra y autorización municipal

La concede el ayuntamiento de la localidad en la que se encuentre la instalación, en nuestro caso, Villena. Se abona el Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (ICIO).

- Solicitud del punto de conexión

Se pide el permiso para poder conectar la instalación a la red de distribución de la compañía suministradora (Iberdrola) con la que se firma un contrato técnico de acceso en el que se establecen las condiciones de conexión. Como la instalación supera los 100 kW, se aplica el Real Decreto 1955/2000.

- Determinación de las condiciones técnicas de acceso y conexión

La compañía distribuidora establece una serie de condiciones en cuanto al acceso y a la conexión y nosotros, el solicitante, debemos informar de si aceptamos o no estas condiciones.

PLIEGO DE CONDICIONES

- Alta en régimen especial de productores de energía

De obligado cumplimiento para instalaciones de autoconsumo parcial.

- Determinación de las condiciones económicas de la conexión

La compañía proporciona un pliego de condiciones técnicas y un presupuesto económico para que el promotor decida si quiere que sea la compañía la que realice el trabajo o lo haga otra empresa externa.

- Autorización administrativa previa

La instalación proyectada supera los 100 kW, por lo que es de obligado cumplimiento solicitar la autorización administrativa previa.

- Boletín de instalación o certificado de instalación

Documento firmado por un instalador de BT autorizado, el cual acredita que la instalación cumple con el REBT y con la normativa técnica de aplicación.

- Acta de puesta en servicio

Para poner en servicio la instalación, se presentan todos los certificados de la instalación a la Consejería de Industria.

- Contrato técnico con la compañía eléctrica

Tras conseguir el certificado de la instalación, se establece el contrato técnico con la compañía.

- Verificación, revisión y puesta en marcha

La compañía es la encargada de comprobar la instalación y verificar la acometida eléctrica. Después de acreditar estos pasos, puede comenzar la puesta en marcha de la instalación.

5. Situación actual

La instalación proyectada genera 600 kW mediante un sistema de generación de energías renovables, más específicamente, con energía solar fotovoltaica. El hecho de que se trate de una energía renovable y limpia aporta beneficios medioambientales y económicos. Toda la instalación se ha diseñado en base a instalaciones de conexión a red, que, aunque tengan similitudes con el resto de instalaciones fotovoltaicas, difieren en muchos sentidos. Por ese motivo, se han aplicado las restricciones necesarias y la normativa de obligado cumplimiento para dichas instalaciones.

6. Especificaciones técnicas

Todos los elementos de la instalación se han elegido y calculado acorde con la reglamentación establecida para este tipo de instalaciones.

PLIEGO DE CONDICIONES

6.1 Módulo fotovoltaico y sistemas generadores fotovoltaicos

El modelo elegido del módulo fotovoltaico se usará en toda la instalación, evitando que se puedan producir pérdidas por efecto *mismatch*. Pérdidas producidas por la implantación de modelos de paneles fotovoltaicos que difieren en sus características. Si se conectan en serie módulos con intensidades diferentes, el de menor intensidad limitará la corriente de la rama, de manera que la potencia del generador será menor que la estimada.

El panel escogido entra dentro de la normativa vigente. Contiene el marcado CE, de carácter obligatorio según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Esta Directiva, dicta normas que debe cumplir nuestro generador fotovoltaico. Se trata de la norma UNE-EN 61730, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre como es nuestro caso, siguen la norma UNE-EN 61215, Cualificación del diseño y homologación.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación. Los módulos deberán ajustarse a las siguientes características técnicas:

- Deberán llevar diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- Será deseable una alta eficiencia de las células.
- Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles,

PLIEGO DE CONDICIONES

interruptores, etc) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

- Los módulos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.
- La estructura del generador se conectará a tierra.

6.2 Orientación e inclinación y sombras

La orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos deben ser, en cualquier caso, la óptima con el fin de evitar pérdidas. De igual forma ocurre con el sombreado que pueda incidir en los paneles. Hay que calcular la distancia que debe haber entre paneles para así evitar las pérdidas por sombreado. Además, se tienen que tener en cuenta los edificios, montañas o cualquier obstáculo que pueda privar de la radiación solar a los paneles. El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece unos valores máximos de pérdidas en forma de porcentaje que no se pueden sobrepasar.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras.

6.3 Diseño del sistema de monitorización

El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente DC a la entrada del inversor
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente
- Temperatura ambiente en la sombra
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra ‘Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plant – Document A’ Report EUR16338 EN.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

PLIEGO DE CONDICIONES

6.4 Integración arquitectónica

En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico, la Memoria Descriptiva especificará las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.

Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.

Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

6.5 Componentes y materiales

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En el Documento N° 4 “Catálogos” se incluirán los PDF de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismo estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

PLIEGO DE CONDICIONES

6.6 Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones del CTE respecto a la seguridad.

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

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

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

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición químicas.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

6.7 Inversores

Los inversores se eligen en función de la conexión a la red eléctrica, estando siempre adecuados a ésta. La potencia de entrada no será constante de forma que, puedan aprovechar la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar.

Las características básicas de los inversores son:

PLIEGO DE CONDICIONES

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente
- Autoconmutados
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador
- No funcionaran en modo isla o aislado

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas:

- UNE-EN 62093, Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683, Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

Cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (certificadas por el fabricante) y contarán con las protecciones necesarias contra cortocircuitos en AC, tensión de red fuera de rango, frecuencia de red fuera de rango, sobretensiones (mediante varistores o similares) y perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red... Además, deben de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automático imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales de encendido y apagado general del inversor, y conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características eléctricas de los inversores son:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superior a las CEM. Además, soportará picos de un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100 % de la potencia nominal, será como mínimo del 92 % y del 94 % respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

PLIEGO DE CONDICIONES

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operar en unas determinadas condiciones ambientales: entre 0 y 40 °C, y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

6.8 Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente. Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %. El cable debe tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas. Todo el cableado de la parte de DC será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

6.9 Conexión a red

Todas las instalaciones de más de 100 kW cumplirán lo dispuesto en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Artículo 66 “Conexión a las redes de distribución”.

6.10 Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

6.11 Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 V respectivamente) serán para cada fase.

6.12 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

El aislamiento galvánico se asegura mediante el centro de transformación.

PLIEGO DE CONDICIONES

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como la de alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el REBT.

6.13 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de BT.

6.14 Medidas de seguridad

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en modo isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Las centrales deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

6.15 Recepción y pruebas

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

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

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento

PLIEGO DE CONDICIONES

- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su activación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la 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, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la escogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

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, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, 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.

7. Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas

Las instalaciones solares fotovoltaicas constan de un mantenimiento no muy alto debido a su sencillez. Al realizar un mantenimiento correcto obtenemos una instalación que funciona debidamente, es fiable y su vida útil se prolonga. Para conseguir estas características tenemos diferentes tipos de actuaciones: el mantenimiento correctivo donde como su propio nombre indica, se corrigen los fallos ya detectados causados por una avería, y en los que se reemplazan componentes y equipos afectados por averías; el mantenimiento preventivo en el que nos anticipamos a las averías previniendo a estas mediante inspecciones, verificaciones de las actuaciones y sustituyendo componentes al finalizar su vida útil; y el mantenimiento predictivo que es similar al preventivo ya que se encarga de detectar la avería antes de que se produzca, para ello se realiza un seguimiento de la instalación. La empresa instaladora establece una garantía en la que asegura la reparación y la reposición de los componentes o equipos defectuosos incluyendo la

PLIEGO DE CONDICIONES

mano de obra, siendo el usuario el que debe comunicar de la irregularidad detectada en su instalación.

7.1 Mantenimiento preventivo realizado por el usuario

Estas tareas de mantenimiento realizadas por el usuario son sencillas, revisan y constatan la instalación. Son visuales, el usuario no debe maniobrar o tocar ningún elemento de la instalación, solo debe comunicar la anomalía al técnico. De esta manera, se consigue que la instalación conserve un rendimiento adecuado y el buen estado. El usuario es capaz de realizar diferentes tareas que garantizan el funcionamiento correcto de la instalación.

7.1.1 Mantenimiento del generador fotovoltaico

- Mantener limpia la superficie de los módulos debido a que la suciedad disminuye la generación de energía. Por lo que se debe estar alerta si se producen nevadas o cualquier circunstancia meteorológica adversa. El uso de productor abrasivos o estropajos no está permitido ya que estos dañan la superficie de los módulos.
- Asegurarse en todo momento de que no se producen sombras por objetos que no deberían estar en ese lugar o incluso debidas a la vegetación.
- Comprobar visualmente la estructura por si en algún punto se ha oxidado, roto, se ha producido una grieta o cualquier deterioro visible.
- Comprobar que la tensión e intensidad del generador son los establecidos mediante los elementos de monitorización y es recomendable realizarlo en un día soleado.
- Avisar de posibles degeneraciones o mal funcionamiento.

7.1.2 Mantenimiento del inversor

- Comprobar la sujeción de los equipos.
- Mantener siempre libre la ventilación.
- Revisar que la limpieza sea la adecuada siempre.
- Confirmar el estado de las conexiones eléctricas sin llegar a manipularlas.
- Verificar el correcto funcionamiento de los equipos.
- Avisar al técnico de posibles fallos como roturas, calentamientos o disparos frecuentes de alarmas.

7.1.3 Mantenimiento de la instalación eléctrica y de los dispositivos de protección

- Comprobar el funcionamiento de los interruptores diferenciales.
- Verificar el funcionamiento de los elementos de maniobra como los interruptores.
- Comprobación visual de las canalizaciones y cables, bornes de conexión, sujeción, quemaduras, cuadros eléctricos...
- Avisar al técnico de cualquier mal funcionamiento.

PLIEGO DE CONDICIONES

7.2 Mantenimiento preventivo realizado por el personal técnico cualificado

Las operaciones del mantenimiento preventivo son realizadas por el personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora. De acuerdo con la legislación vigente, la empresa establece cada cuanto tiempo se realizan estas operaciones.

7.2.1 Revisión del funcionamiento general

Se trata de realizar una inspección global y asegurar el correcto funcionamiento de todos los componentes de la instalación a simple vista.

7.2.2 Mantenimiento del generador fotovoltaico

El mantenimiento del generador fotovoltaico lo separamos en función de sus componentes.

7.2.2.1 *Revisión de los módulos fotovoltaicos*

- Revisar el estado general a simple vista de los módulos.
- Detectar daños que perjudican la seguridad y el correcto funcionamiento.
- Comprobar que la inclinación y orientación son las establecidas en el proyecto.
- Verificar que la limpieza sea la correcta.
- Prever la aparición de sombras.
- Comprobar los valores de tensión e intensidad mediante voltímetros, amperímetros, multímetros, pinza amperimétrica o el aparato que sea necesario. Se recomienda el uso de un piranómetro para equiparar la intensidad y la tensión del generador en función de la radiación solar instantánea.
- Verificar el correcto funcionamiento de los elementos de maniobra para la conexión y desconexión eléctrica del generador fotovoltaico.

7.2.2.2 *Conexiones eléctricas*

- Revisar el estado de las conexiones eléctricas y las cajas de conexión.
- Apretar los bornes y conexiones eléctricas.
- Comprobar el estado de los diodos de protección.

7.2.2.3 *Estructura soporte*

- Revisar los daños que se puedan producir no solo en la estructura soporte, también en los elementos de anclaje.
- Observar y garantizar la estabilidad.
- Anticiparse a la corrosión y preverla.
- Apretar los tornillos de sujeción.

7.2.3 Mantenimiento del inversor

- Comprobar y medir las tensiones de corte que activan/desactivan los modos de funcionamiento de los equipos.
- Revisar los indicadores de los equipos y el estado de las alarmas.
- Inspeccionar el cableado eléctrico y apretar los terminales.

PLIEGO DE CONDICIONES

- Comprobar el estado de los elementos de sujeción
- Comprobar que no existen objetos que perjudiquen su ventilación.

7.2.4 Mantenimiento del sistema de monitorización

Se revisan la conexión remota, el almacenamiento de los registros y la conexión de los terminales.

7.2.5 Mantenimiento de los dispositivos de la instalación eléctrica

- Comprobar la estanqueidad, protección y conexión de terminales, empalmes y pletinas
- Revisar el correcto funcionamiento de los elementos de maniobra y comprobar que el estado de sus terminales de conexión es el adecuado.
- Verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos de protección y comprobar las tomas de tierra.

7.2.6 Mantenimiento de las medidas de seguridad

- Comprobar las conexiones equipotenciales
- Verificar que las medidas de seguridad contra contactos indirectos son adecuadas
- Revisar el aislamiento de la instalación
- Verificar que la sección de los conductores de protección cumple con la reglamentación
- Confirmar que los conductores utilizados son los adecuados para cada instalación
- Revisar la correcta identificación de los conductores neutro y de protección, al igual que el conductor positivo y el conductor negativo
- Comprobar que existen las protecciones adecuadas contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores en función de sus características
- Revisar la continuidad de los conductores de protección, comprobando que no estén cortados
- Examinar y medir los valores de resistencia de tierra en función de las medidas de seguridad adoptadas
- Confirmar la conexión de los conductores de protección a las masas
- Controlar la posible existencia de modificaciones o ampliaciones de la instalación no contempladas en la documentación

7.3 Supervisión. Averías críticas en las instalaciones solares fotovoltaicas

Las averías críticas no suelen ser frecuentes, pero es importante tenerlas en cuenta y así poder identificarlas y saber cuáles son las causas de forma que, la instalación esté protegida ante ellas además de, poder realizar correctamente las tareas de supervisión.

7.3.1 Averías del generador fotovoltaico

Como se ha mencionado anteriormente, estas averías no son frecuentes y es debido a los controles de calidad que se realizan a los módulos. Sin embargo, existen.

- Roturas de la superficie producidas por agentes externos

PLIEGO DE CONDICIONES

- Deterioro de la superficie por una mala limpieza
- Penetración de humedad en el interior de los módulos debido a defectos en las juntas o por haber sido golpeados o rallados
- Efecto del punto caliente
- Fallos en las conexiones eléctricas

7.3.2 Averías en el inversor

- Si no se dispone de medidas de protección contra la inversión de polaridad y se produce un intercambio en la polaridad durante la operación de conexionado eléctrico, puede ocasionar daños graves en el equipo.
- Igualmente, si el inversor no cuenta con dispositivos de autoprotección, se recomienda incluir externamente protección contra sobrecargas y cortocircuitos como pueden ser magnetotérmicos y fusibles, evitando así la destrucción de los equipos.

7.4 Mantenimiento correctivo

Las operaciones de mantenimiento correctivo básicamente corrigen las averías una vez se hayan producido. Los encargados de realizar estas operaciones siempre serán los técnicos cualificados que seguirán las instrucciones del fabricante y adoptarán las medidas de seguridad adecuadas.

7.5 Ajuste y adaptación estacional

Debido a que para cada mes existe un ángulo de inclinación óptimo ya que, la radiación varía dependiendo del mes del año en que nos encontremos, se da la posibilidad de modificar estacionalmente el ángulo de inclinación de los módulos aprovechando así, la máxima energía solar disponible.

7.6 Protección contra factores meteorológicos adversos

El viento puede afectar peligrosamente a las instalaciones de estructuras fijas debido a su incidencia por la parte posterior ejerciendo una fuerza de tracción que puede provocar la separación de la estructura del soporte. Es necesario colocar elementos cortavientos en la parte posterior minimizando este efecto e impidiendo que se vuelquen. La nieve produce una sobrecarga de peso en los módulos por lo que, en aquellas zonas que se prevean nevadas se considera dicha sobrecarga a la hora de elegir la estructura soporte. Los fabricantes facilitan el dato de sobrecarga para sus módulos.

8. Evaluación de impacto ambiental

Se realizará la evaluación de impacto ambiental, teniendo en cuenta la normativa vigente, especialmente el Real Decreto 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

9. Formación

Una empresa especializada, elegida por el Ayuntamiento se encargará de formar al personal que el propio Ayuntamiento designe sobre el modo de funcionamiento de los nuevos equipos instalados y en especial en lo relativos a toma de datos y conocimientos básicos de los equipos de medida y comunicación, mediante los cursos de formación que sean necesarios.

ANEXO III ESTUDIO ECONÓMICO

1. <i>Presupuesto</i>	_____	65
2. <i>Subvenciones</i>	_____	67

ESTUDIO ECONÓMICO

1. Presupuesto

Partida	FV01. Módulos fotovoltaicos			
Cantidad	Unidad	Descomposición de la partida	Importe unidad (€)	Importe total (€)
1485	Ud	Módulo fotovoltaico de 400 W	157,83	234377,55
594	h	Montaje	22,00	13068,00
Importe total partida				247445,55

Partida	FV02. Estructuras para módulos			
Cantidad	Unidad	Descomposición de la partida	Importe unidad (€)	Importe total (€)
33	Ud	Estructura soporte fabricada por Atersa con todos los componentes	800,00	26400,00
198	h	Montaje	22,00	4356,00
Importe total partida				30756,00

Partida	FV03. Cuadros eléctricos, cableado y protecciones			
Cantidad	Unidad	Descomposición de la partida	Importe unidad (€)	Importe total (€)
18	Ud	Cuadro estanco PLEXO3 LEGRAND IP65 2 filas y 24 módulos	63,17	1137,06
3	Ud	Caja de conexión nivel 2	691,65	2074,95
3	Ud	Cuadro de protección - inversores	691,65	2074,95
1	Ud	Cuadro de protección - CT	691,65	691,65
18	h	Mano de obra cuadros de protección y caja de conexión nivel 2	22,00	396,00
13	Ud	Arquetas de conexión de 40x40 cm	28,96	376,48
84	Ud	Bandeja portacables RS PRO (pack de 2 por Ud)	29,04	2439,78
7686	m	EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) s = 4 mm2	0,80	6148,80
384	m	TOP CABLE gama H1Z2Z2-K s = 16 mm2	3,06	1175,04
480	m	TOP CABLE gama H1Z2Z2-K s = 25 mm2	5,99	2875,20
1986	m	TOP CABLE gama H1Z2Z2-K s = 35 mm2	7,05	14001,30
184	m	EXZHELLENT XXI 1000 V RZ1-K (AS) s = 150 mm2	13,90	2557,60
352	m	EXZHELLENT XXI 1000 V RZ1-K (AS) s = 150 mm2	13,90	4892,80
		Mano de obra instalación cableado		6330,15
1425	m	Tubo corrugado para enterrar 75 mm	1,18	1681,21
3	Ud	Tubo corrugado para enterrar 200 mm	4,08	12,24
36	Ud	Base Portafusible 125 A	28,06	1010,16
198	Ud	Base portafusible 32 A	34,25	6781,50
198	Ud	Fusible 16 A	3,33	659,34
6	Ud	Fusible 50 A	1,60	9,60
30	Ud	Fusible 80 A	5,45	163,50

ESTUDIO ECONÓMICO

18	Ud	Interruptor seccionador 100 A	112,60	2026,80
21	Ud	Descargador Cirprotec CS23-40/1000 IR	49,40	1037,40
3	Ud	Interruptor automático 400 A	11657,34	34972,02
3	Ud	Automático con relé diferencial 500 A	8527,0	25581,00
3	Ud	Interruptor seccionador 500 A	877,51	2632,53
Importe total partida				123739,06

Partida	FV04. Inversores			
Cantidad	Unidad	Descomposición de la partida	Importe unidad (€)	Importe total (€)
3	Ud	Inversor 200 kVA Riello SIRIO K200	31978,57	95935,71
45	h	Montaje y puesta en marcha	25,0	1125,00
Importe total partida				97060,71

Partida	FV05. Obra civil			
Cantidad	Unidad	Descomposición de la partida	Importe unidad (€)	Importe total (€)
1	Ud	Proyecto	10000,00	10000,00
1	Ud	Obra Civil - Edificación	15000,00	15000,00
1	Ud	Centro de Transformación	37531,01	37531,01
Importe total partida				62531,01

Partida	FV06. Seguridad y salud			
Cantidad	Unidad	Descomposición de la partida	Importe unidad (€)	Importe total (€)
1	Ud	Protecciones colectivas	165	165,00
1	Ud	Cinta balizamiento	8,53	8,53
1	Ud	Protección contra incendios - extintores, carteles y pulsador de alarma de incendios	465,00	465,00
1	Ud	Toma de tierra general	192,93	192,93
1	Ud	Protección individual	175,30	175,30
2	Ud	Señal de protección: uso obl. Casco	3,01	6,02
2	Ud	Señal de protección: protección de la vista	3,01	6,02
2	Ud	Señal de protección: prohibido fumar	3,01	6,02
2	Ud	Señal de protección: advertencia riesgo eléctrico	3,01	6,02
2	Ud	Señal de protección: advertencia riesgo peligro	3,01	6,02
2	Ud	Señal de protección: advertencia riesgo tropiezos	3,01	6,02
2	Ud	Señal de protección: prhibido entrada a la obra	3,01	6,02
2	Ud	Señal de protección: extintor	3,01	6,02
1	Ud	Instalaciones y servicios de prim.axulios	98,88	98,88
1	Ud	Botiquín equipado	42,17	42,17
1	Ud	Reposición botiquín	56,71	56,71
Importe total partida				1252,68

ESTUDIO ECONÓMICO

Partida	FV07. Tramitación y legalización			
Cantidad	Unidad	Descomposición de la partida	Importe unidad (€)	Importe total (€)
	Ud	Documentación, Tramitación y Legalización	PA	0
Importe total partida				0

Capítulo	Descripción del capítulo	Expresión	Importe (€)	%
FV01	Módulos fotovoltaicos	$C1 = \sum P_{ij}$	247445,55	30,54
FV02	Estructuras para módulos	$C2 = \sum P_{ij}$	30756,00	3,80
FV03	Cuadros eléctricos, cableado y protecciones	$C3 = \sum P_{ij}$	123739,06	15,27
FV04	Inversores	$C4 = \sum P_{ij}$	97060,71	11,98
FV05	Obra Civil	$C5 = \sum P_{ij}$	62531,01	7,72
FV06	Seguridad y salud	$C6 = \sum P_{ij}$	1252,68	0,15
FV07	Tramitación y legalización	$C7 = \sum P_{ij}$	0,00	0,00
Presupuesto de ejecución material (total)		$PEM = \sum C_i$	562785,01	
	Gastos generales (13%)	$GG = 0,13 \cdot PEM$	73162,05	
	Beneficio industrial (6%)	$BI = 0,6 \cdot PEM$	33767,10	
	Base imponible	$B = PEM + GG + BI$	669714,17	
	IVA (21%)	$IVA = 0,21 \cdot B$	140639,97	
Presupuesto de ejecución por contrata (total)		$PEC = B + IVA$	810354,14	
Asciede el presente presupuesto a la cantidad de OCHOCIENTOS DIEZ MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO CON CATORCE CÉNTIMOS				

2. Subvenciones

Tener en cuenta las subvenciones y saber aprovecharse de ellas es una estrategia importante para poder recuperar la inversión que se ha realizado en la instalación y amortizarla cuanto antes. Existen diferentes tipos de subvenciones: europeas, estatales, autonómicas y locales, y los préstamos y líneas de financiación. Las instalaciones fotovoltaicas aisladas poseen mayor número de subvenciones que las instalaciones de conexión a red. En cambio, las instalaciones de conexión a red tienen más facilidad para conseguir financiaciones bancarias.

Cada comunidad autónoma cuenta con una página web de información sobre las subvenciones y ayudas económicas relacionadas con las instalaciones fotovoltaicas. El enlace para consultar estos datos en la Comunidad Valenciana es www.ivace.es.

ANEXO IV ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Memoria descriptiva	69
1.1 Objeto	69
1.2 Descripción del proyecto	69
1.3 Accesos y vallado perimetral	69
1.4 Suministro de energía eléctrica	69
2. Análisis de riesgos y su prevención	69
2.1 Prevención de riesgos laborales	69
2.2 Protección colectiva	70
2.3 Equipos de protección individual	70
2.4 Señalización de seguridad y salud en el trabajo	71
2.5 Protección de las instalaciones solares FV frente a robos	71
2.6 Servicios médicos	72
2.6.1 Reconocimientos médicos	72
2.6.2 Asistencia de accidentados	72
2.6.3 Instalaciones médicas	72
3. Pliego de condiciones en materia de seguridad y salud	73
3.1 Legislación aplicable	73
3.2 Consideraciones de los equipos de protección colectiva	75
3.3 Consideraciones de los equipos de protección individual	75
3.4 Señalización de la obra	76
3.5 Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos	76
3.6 Acciones a seguir en caso de accidente laboral	77
3.7 Seguridad en la obra	77
3.8 Plan de seguridad y salud	78

1. Memoria descriptiva

1.1 Objeto

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a las obras de construcción. El estudio básico de seguridad y salud debe contener las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, además de cumplir con lo establecido en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por última vez el 29 de diciembre de 2014, la cual dicta una serie de medidas para que el trabajador no sufra ningún riesgo laboral que pueda ocasionarle daño. El objetivo del estudio básico de seguridad y salud es ayudar al contratista a realizar el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.

1.2 Descripción del proyecto

El presente proyecto plasma la obra de una instalación generadora fotovoltaica de conexión a red con estructura fija. La instalación consta de toda la aparamenta necesaria para su propia protección y la del personal autorizado.

1.3 Accesos y vallado perimetral

Antes del inicio de la obra, se colocará un vallado perimetral provisional que asegure la no intervención de personas no autorizadas al recinto. Se añadirán carteles de prohibición.

1.4 Suministro de energía eléctrica

El propietario se hará cargo de establecer un punto de enganche y de asegurar la acometida a las obras. Si el propietario no puede realizar el suministro, el contratista se encargará antes de dar inicio a la obra.

2. Análisis de riesgos y su prevención

2.1 Prevención de riesgos laborales

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por última vez el 29 de diciembre de 2014, establece una serie de medidas para que el trabajador no sufra ningún riesgo laboral que pueda ocasionarle daño. Estas medidas realizan el trabajo de prever los riesgos a los que los trabajadores se exponen al realizar las tareas. Según el artículo 6 de la Ley 31/1995, las normas reglamentarias son las que establecen las medidas que se deben cumplir para proteger a los trabajadores. Se aplican cuatro métodos básicos para la eliminación o reducción de los riesgos laborales: eliminación y aislamiento del riesgo, alejamiento y protección del trabajador. El artículo 15 de la Ley 31/1995 establece los nueve principios generales de la acción preventiva:

- Evitar los riesgos
- Evaluar los riesgos que no se pueda evitar
- Combatir los riesgos desde su origen
- Adaptar el trabajo a la persona reduciendo la monotonía y repetitividad
- Tener presente la evolución científica de la técnica

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- Sustituir aquello que sea peligroso, ya sea por algo que no lo es o que lo reduzca
- Planificar la prevención
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual
- Dar instrucciones efectivas a los trabajadores

2.2 Protección colectiva

La protección colectiva elimina el riesgo en general, mientras que la individual elimina las consecuencias de ese riesgo. Por eso es más importante la colectiva, evitando así el riesgo realmente. En el caso de que sea imposible eliminar o reducir el riesgo, se aplican las medidas de protección individual. Es importante dejar claro que una medida no sustituye a la otra, sino que se complementan. Para la protección colectiva se instalan barandillas, redes, barreras de protección acústicas, barreras de protección térmicas, resguardos de protección de máquinas, vallado del perímetro de la zona de trabajo, extintores, señalización de seguridad y salud, sistemas de ventilación general, sistemas de extracción localizada, y orden y limpieza en el lugar de trabajo.

2.3 Equipos de protección individual

El Real Decreto 773/1997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la elección, uso y mantenimiento de los equipos de protección individual por parte de los trabajadores. Los equipos de protección individual (EPI) son aquellos equipos que el trabajador lleva puestos o los sujeta de manera que le proporcionan una protección frente a los riesgos laborales que puedan afectar a su salud. El EPI no elimina el riesgo, elimina las consecuencias del riesgo. Esto significa que el riesgo se puede producir, pero el EPI debe encargarse de que el trabajador no sufra daños derivados por ese riesgo aislando al trabajador de las agresiones externas, creando una barrera entre el riesgo y él. Los EPI se pueden clasificar según el riesgo que vayan a proteger. Tenemos equipos de protección respiratoria (EPR), protección de pies y piernas mediante el calzado, protección de la cabeza con cascos, protección ocular y facial con gafas de protección y pantalla facial, protección auditiva, protección contra caídas de altura siendo el sistema anticaídas el más efectivo, protección de manos y brazos mediante guantes, y la ropa de protección.

Según el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo originado por la energía eléctrica, se especifica qué riesgos son los riesgos eléctricos:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto directo) o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto indirecto)
- Quemaduras por choque eléctrico o por arco eléctrico
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico
- Incendios o explosiones originados por la electricidad
- Paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano
- Riesgos asociados al uso de la energía eléctrica como quemaduras, caídas, incendios, explosiones...

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Los EPI en el ambiente eléctrico varían dependiendo del entorno de trabajo que se va a realizar. Los principales EPI dieléctricos usados en operaciones a tensiones peligrosas en baja tensión son:

- Guante dieléctrico o aislante de la electricidad
- Casco eléctricamente aislante para uso en instalaciones de baja tensión
- Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión
- Ropa aislante para trabajos instalaciones de baja tensión

Mientras que para aquellos trabajos en los que exista posibilidad de arco eléctrico peligroso, los más habituales son:

- Dos o más EPI dieléctricos
- Ropa de protección frente a los riesgos térmicos derivados del arco eléctrico
- Protección ocular frente al arco eléctrico.

Cuando se realizan trabajos con atmosferas explosivas y además, existe el riesgo de choque y arco eléctrico, los EPI utilizados son:

- Calzado antiestático
- Ropa y guantes de protección con propiedades disipativas de la carga o antiestáticas, cuyas propiedades térmicas sean adecuadas a las energías térmicas producidas durante un posible arco eléctrico
- Los EPI expuestos anteriormente frente al choque y el arco eléctrico

2.4 Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Según el Real Decreto 485/1997, la señalización de seguridad y salud es obligatoria en el ambiente de trabajo y debe ser aclarativa, proporcionando una indicación o una obligación del objeto, la actividad o situación determinadas mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual (según proceda). La señalización se usa cuando no es posible eliminar el riesgo, por lo que no sustituye a las medidas de protección colectiva ni a la información de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo.

2.5 Protección de las instalaciones solares FV frente a robos

La falta de seguridad es uno de los principales problemas de las instalaciones fotovoltaicas por lo que, son una presa fácil para los ladrones. Una instalación fotovoltaica de gran tamaño normalmente está ubicada en zonas poco habitadas además de que la mayoría de sus componentes se encuentran a la intemperie. Estas características agravan la posibilidad de que produzcan robos. Como es lógico, el robo de los componentes de las instalaciones fotovoltaicas tiene unas consecuencias económicas importantes. Por este motivo se deben proteger con sistemas de seguridad.

- Montaje de un vallado perimetral
- Detectores de intrusión en el perímetro
- Instalación de cámaras de vigilancia
- Utilización de tortillería antirrobo

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- Uso de productos adhesivos para la fijación de los módulos a la estructura soporte
- Uso de anclajes especiales para la fijación de los módulos a la estructura soporte
- Utilización de cables de fibra óptica plástica. Los componentes de la instalación que se desea proteger se cosen mediante la fibra. A través de la fibra se envía una señal luminosa codificada. Si se corta la fibra para robar algún elemento de la instalación, la señal luminosa no llega al otro extremo del cable y se dispara la alarma
- Incorporación de un microchip en cada módulo. Un sistema electrónico detecta la posición de cada microchip, de tal modo que se genera una alarma si se detecta movimiento o desplazamiento del microchip de la posición prevista

2.6 Servicios médicos

2.6.1 Reconocimientos médicos

Los trabajadores implicados en la obra tienen haber pasado mínimo un reconocimiento médico anual antes de que haya comenzado la obra. Para aquellos trabajadores que vayan a realizar tareas de riesgos especiales, se les realizará un reconocimiento médico específico que garantice que pueden realizar estas tareas.

2.6.2 Asistencia de accidentados

Se contratarán los servicios asistenciales adecuados para atender al personal. Además, se colocará en un sitio visible y asequible para todos los integrantes de la obra, una lista con los números de teléfono y direcciones de los centros sanitarios más cercanos. El emplazamiento de la instalación se ubica en el polígono “Las tiasas” en el término municipal de Villena, Alicante. Por lo que en el caso de accidente el hospital más cercano se encuentra en Elda. Villena dispone de centro de salud y ambulatorio para aquellos casos en los que los accidentes producidos sean de menor gravedad.

2.6.3 Instalaciones médicas

Se dispondrá de un botiquín tanto para la realización de las obras como cuando estén terminadas. Estará colocado en la caseta en la que se ubican los inversores y las cajas de conexión de nivel 2. Contendrá:

- Agua oxigenada
- Alcohol de 96 grados
- Tintura de yodo
- Mercurocromo o cristalmina
- Amoniaco
- Gasa estéril
- Algodón hidrófilo estéril
- Esparadrappo antialérgico
- Torniquetes antihemorrágicos
- Bolsa para agua o hielo
- Guantes esterilizados
- Termómetro clínico

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- Apósitos autoadhesivos
- Antiespasmódicos
- Analgésicos
- Tónicos cardiacos de urgencia
- Jeringuillas desechables

En el caso de hacer uso de cualquiera de estos materiales, tendrá que ser repuesto a mas no poder. El botiquín se revisará una vez al mes comprobando que todos sus materiales se encuentran en mal estado y reemplazando aquellos que no lo estén o hayan caducado.

3. Pliego de condiciones en materia de seguridad y salud

3.1 Legislación aplicable

- ✓ Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales
- ✓ Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- ✓ Real Decreto 171/2004, de 30 de Enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Reisgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- ✓ Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ✓ Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- ✓ Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- ✓ Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ✓ Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- ✓ Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- ✓ Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, Manipulación manual de cargas.
- ✓ Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/932/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (complementado por el R.D. 56/1995 y R.D. 1849/2000).

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- ✓ Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- ✓ Real Decreto 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- ✓ Real Decreto 2001/1983, sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- ✓ Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- ✓ Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- ✓ Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- ✓ Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debido a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- ✓ Real Decreto 1504/1990, de 23 de noviembre, modifica Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979)
- ✓ Real Decreto 2486/1994, de 23 de diciembre, modifica el R.D. 1495/1991, sobre recipientes a presión simples.
- ✓ Real Decreto 56/1995, por el que se modifica el R.D. 1435/1992 sobre máquinas.
- ✓ Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- ✓ Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- ✓ Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- ✓ Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- ✓ Resolución de 8 de abril de 1999, sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997)
- ✓ Orden de 27 de julio de 1999, por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- ✓ Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.
- ✓ Ley 19/2001, de 19 de diciembre, de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por R.D. legislativo 339/1990.
- ✓ Real Decreto 222/2001, por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- ✓ Real Decreto 379/2001, por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITC's.
- ✓ Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- ✓ Ley 33/2002, de 5 de julio, de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
- ✓ Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

3.2 Consideraciones de los equipos de protección colectiva

Las protecciones colectivas instaladas en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, garantizando su eficacia mediante el certificado del fabricante y mediante cálculos. Se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes. Tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo. Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil. Los trabajadores serán instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva. Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

3.3 Consideraciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento. Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo: Utilización de equipos de protección individual.
- Todo equipo de protección individual en uso que este deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.
- Siguiendo los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

3.4 Señalización de la obra

La señalización instalada en la obra estará acorde con el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla el tema de señalización contenido en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

3.5 Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipos de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
- Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, verificando además que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.
- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca “CE”, cada contratista adjudicatario, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

3.6 Acciones a seguir en caso de accidente laboral

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible a la asistencia médica más cercana o al Jefe de obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa. El Jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones. Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales. Cumpliendo con el Anexo IV, punto 14, del Real Decreto 1627/1997, los principios sobre los primeros auxilios son:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia. Se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y Salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.
- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

3.7 Seguridad en la obra

Se aplicará por parte de cada contratista lo establecido en el artículo VII “Coordinación de actividades empresariales en las obras de construcción” de la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Según dicho artículo se establece que:

- Lo dispuesto en el art. 32 bis de la Ley de Prevención de Riesgos laborales es aplicable a las obras de construcción del presente proyecto, ya que para dichas obras aplica el R.D. 1627/1997. Por tanto, la preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales según se definen en el R.D. 1627/1997.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de lo incluido en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del contratista y comprobar la eficacia de las medidas incluidas en este.
- Se consideran recursos preventivos, a los que el contratista podrá asignar la presencia, los siguientes: uno o varios trabajadores designados de la empresa, uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa, uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa.
- El contratista podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a realizar por la empresa en el emplazamiento y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del contratista.
- Los recursos preventivos deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia (periodo de ejecución de los trabajos considerados como riesgo especial).

3.8 Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra. El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud. El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc, podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

DOCUMENTO N° 3: PLANOS



Escala 1:500	INGENIERÍA ELÉCTRICA		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Hoja 1	TRABAJO DE FIN DE GRADO		
Título del Proyecto ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 600 KW SOBRE ESTRUCTURA FIJA Y CONECTADA A RED		Título del Plano SITUACIÓN	
		Autor/a: GANDÍA SOLERA, IRENE Fecha: Julio 2020	



Escala 1:100	INGENIERÍA ELÉCTRICA		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Hoja 2	TRABAJO DE FIN DE GRADO		
Título del Proyecto ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 600 KW SOBRE ESTRUCTURA FIJA Y CONECTADA A RED		Título del Plano EMPLAZAMIENTO	
		Autor/a: GANDÍA SOLERA, IRENE Fecha: Julio 2020	



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO



Sede Electrónica del Catastro

Provincia de ALICANTE

Municipio de VILLENA

Coordenadas U.T.M. Huso: 30 ETRS89

ESCALA 1:2,000

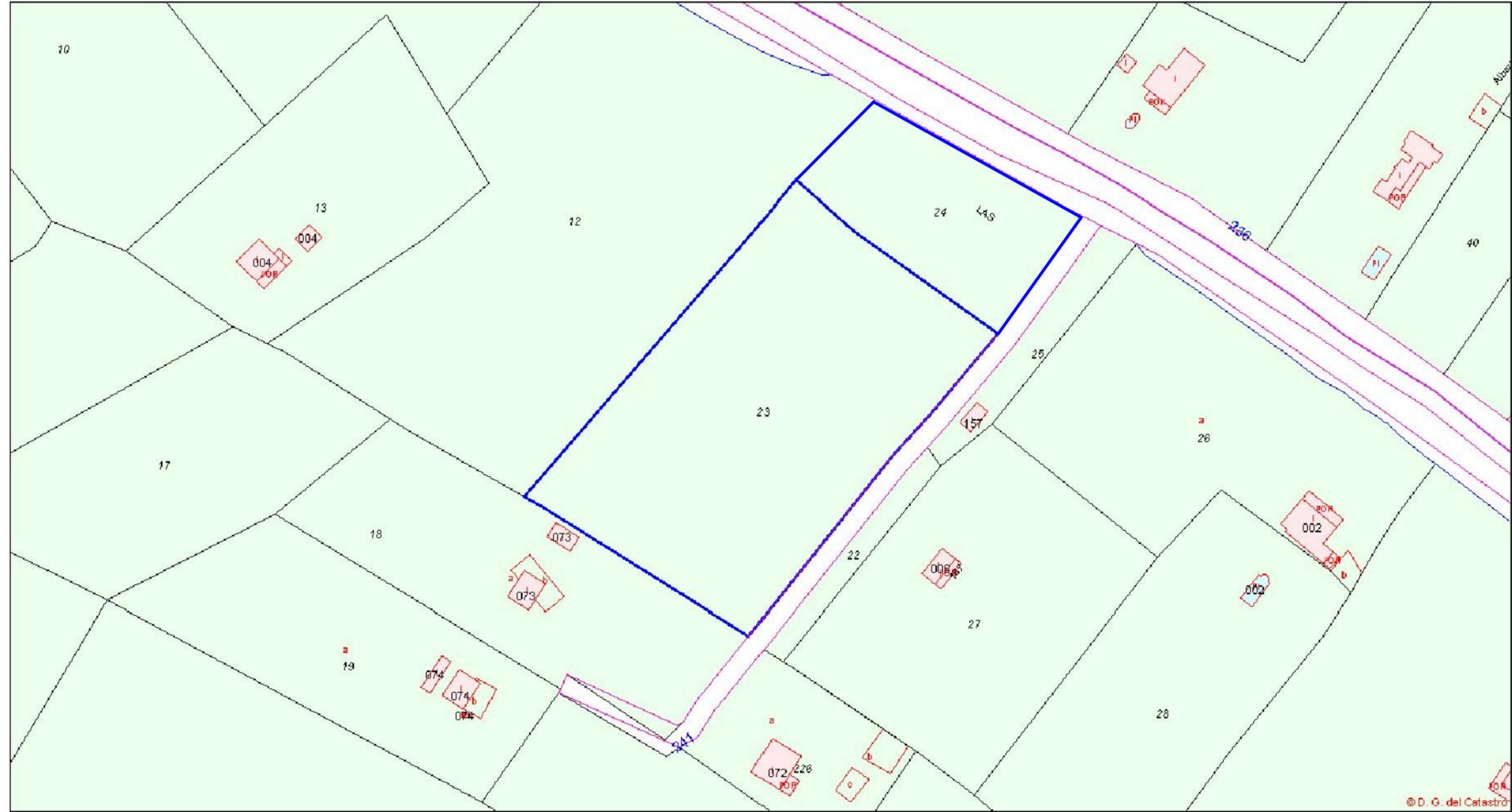


CARTOGRAFÍA CATASTRAL

Parcela Catastral: 03140A05000023

[689,555 ; 4,275,956]

[690,035 ; 4,275,956]



[689,555 ; 4,275,696]

[690,035 ; 4,275,696]

Coordenadas del centro: X = 689,795 Y = 4,275,826

Este documento no es una certificación catastral

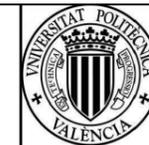
© Dirección General del Catastro 01/07/20

Escala
1:2 000

INGENIERÍA
ELÉCTRICA

Hoja
3

TRABAJO DE FIN
DE GRADO



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Título del Proyecto

ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA
SOLAR FOTOVOLTAICA DE 600 KW SOBRE
ESTRUCTURA FIJA Y CONECTADA A RED

Título del Plano

CARTOGRAFÍA
CATASTRAL

Autor/a: GANDÍA SOLERA, IRENE

Fecha: Julio 2020

1

2

3

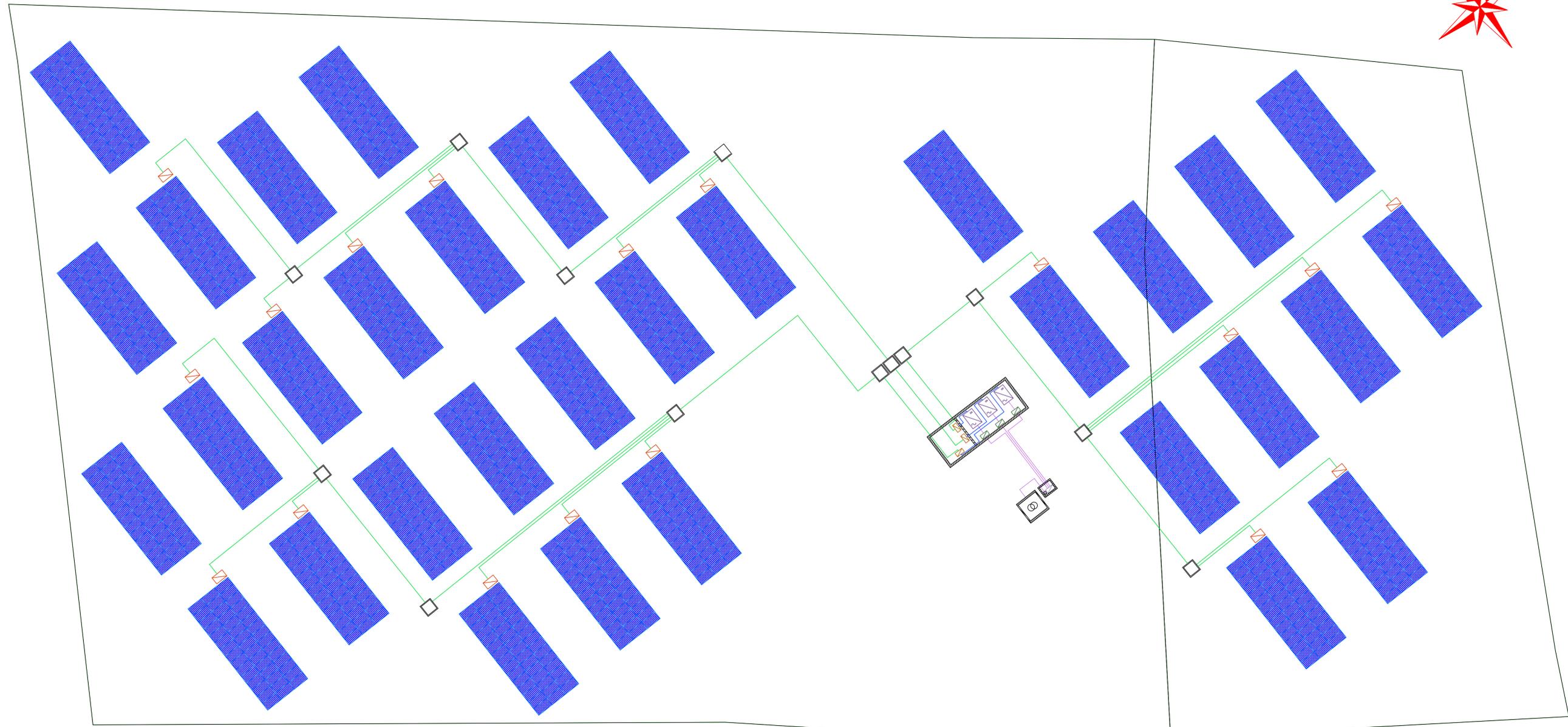
4

5

6

7

A3

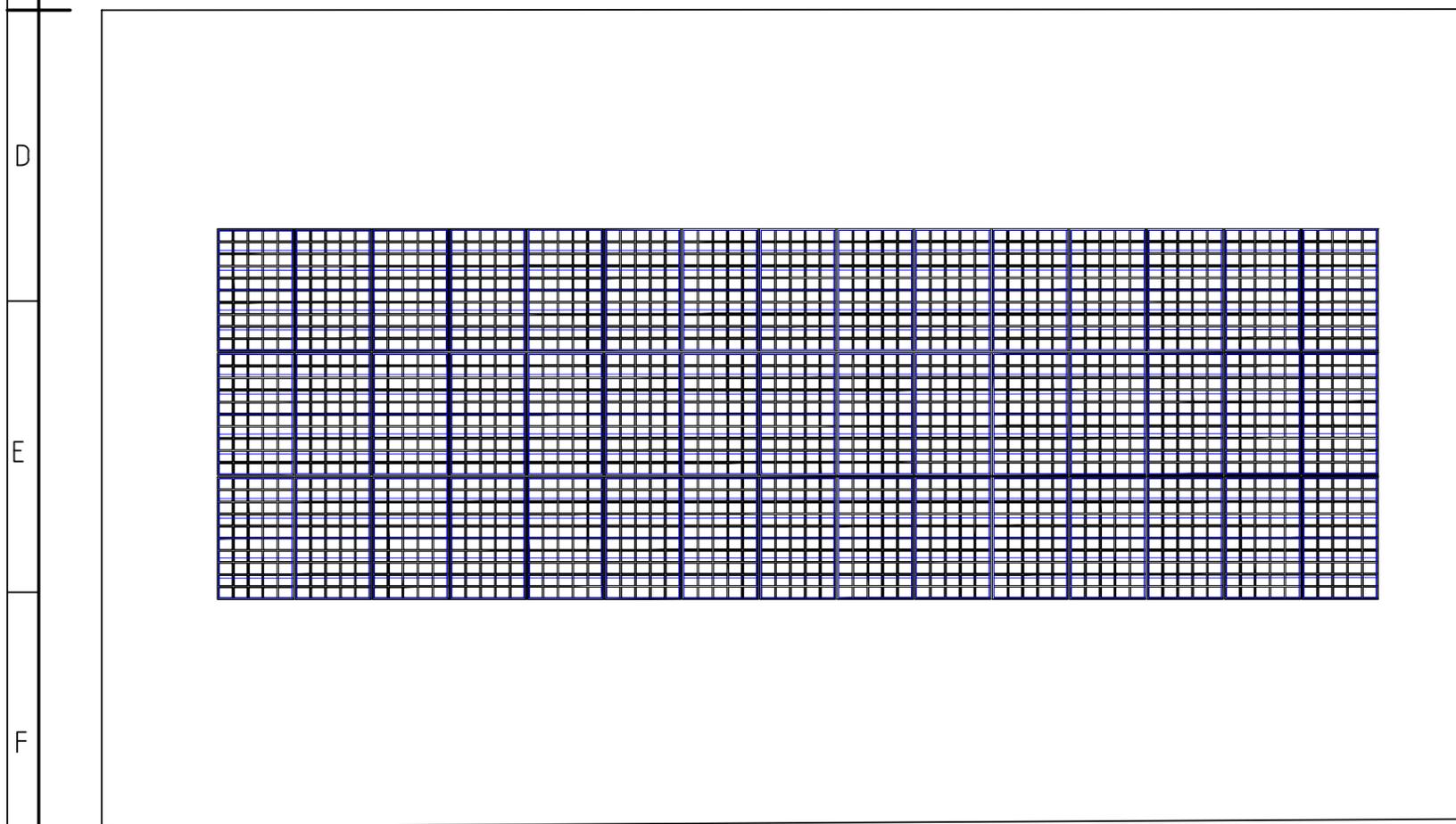
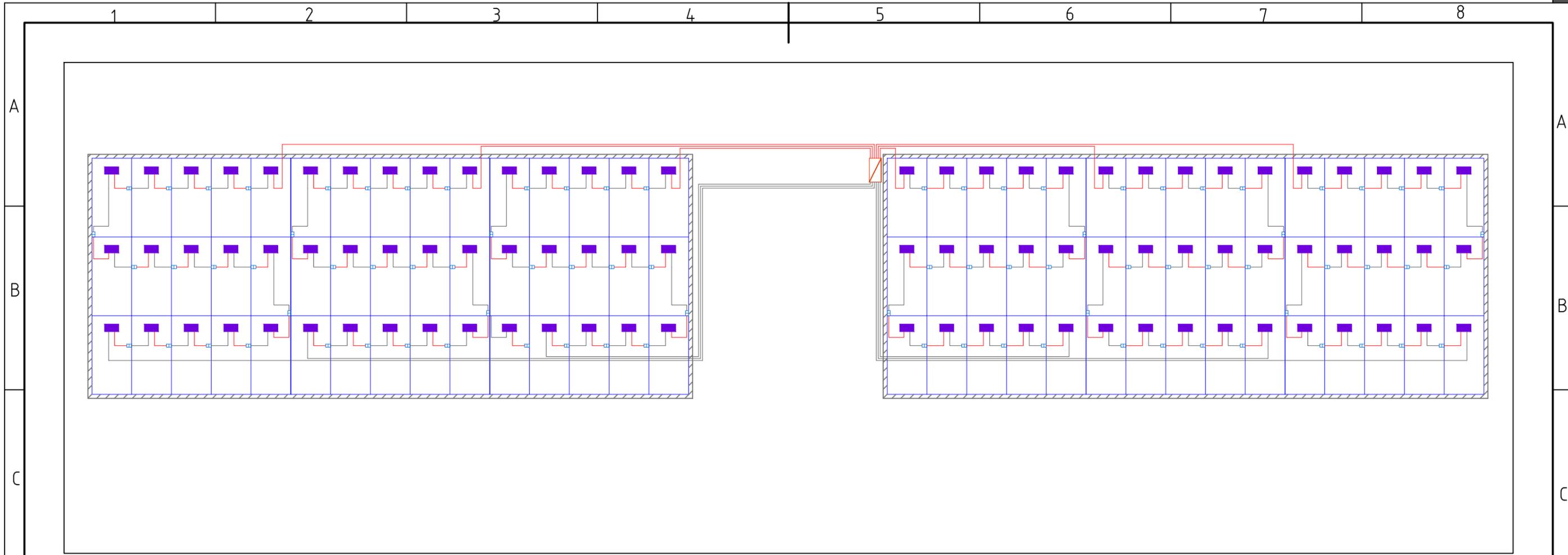


Leyenda

	Tres grupos de 15 módulos fotovoltaicos conectados en serie por cada grupo
	Caja de conexión de nivel 1
	Caja de conexión de nivel 2
	Cuadro de protección - inversores
	Cuadro de protección - seccionadores

	Arqueta de conexión
	Inversor
	Centro de transformación
	Caseta
	L2
	L3
	L4

Escala 1:2 500	INGENIERÍA ELÉCTRICA			UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Hoja 4	TRABAJO DE FIN DE GRADO			CAMPUS D'ALCOI
Título del Proyecto ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 600 kW SOBRE ESTRUCTURA FIJA Y CONECTADA A RED			Título del Plano Planta general - Distribución en planta	
Autor/a: GANDÍA SOLERA, IRENE			Fecha: Julio 2020	



LEYENDA

<p>Panel Solar 400 W PERC Monocristalino ERA</p>	<p> Caja de conexiones terminales + / -</p> <p> Conectores + / -</p> <p> Terminal -</p> <p> Terminal +</p> <p> Caja de conexión de nivel 1</p>
--	--

Escala VARIAS	INGENIERÍA ELÉCTRICA		<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p> <p>CAMPUS D'ALCOI</p>
Hoja 5	TRABAJO DE FIN DE GRADO		
Título del Proyecto		Título del Plano	
ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 600 kW SOBRE ESTRUCTURA FIJA Y CONECTADA A RED		CONEXIONADO DE LOS PANELES EN SERIE	
		Autor/a: GANDÍA SOLERA, IRENE	
		Fecha: Julio 2020	

1 2 3 4 5 6 7 8

A

B

C

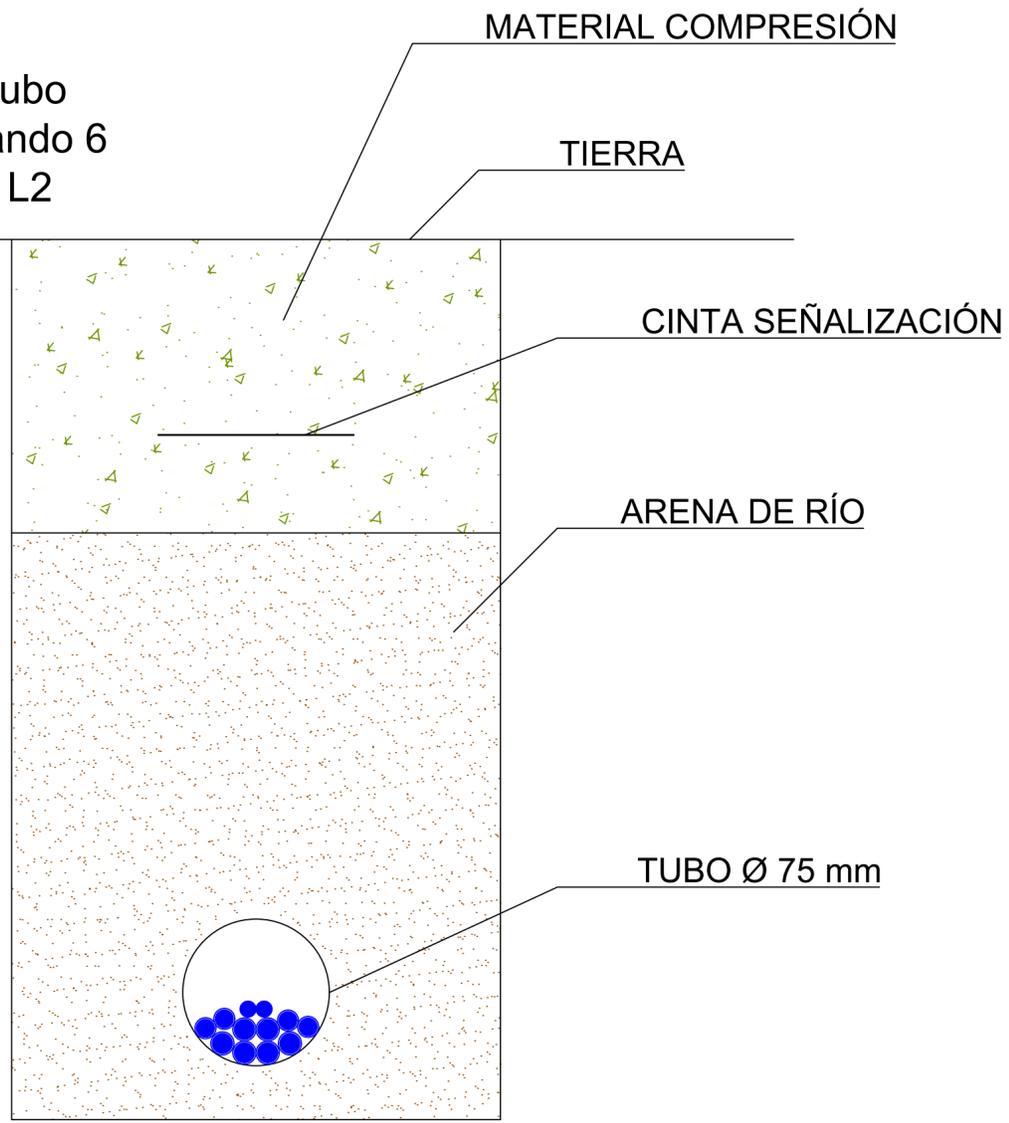
D

E

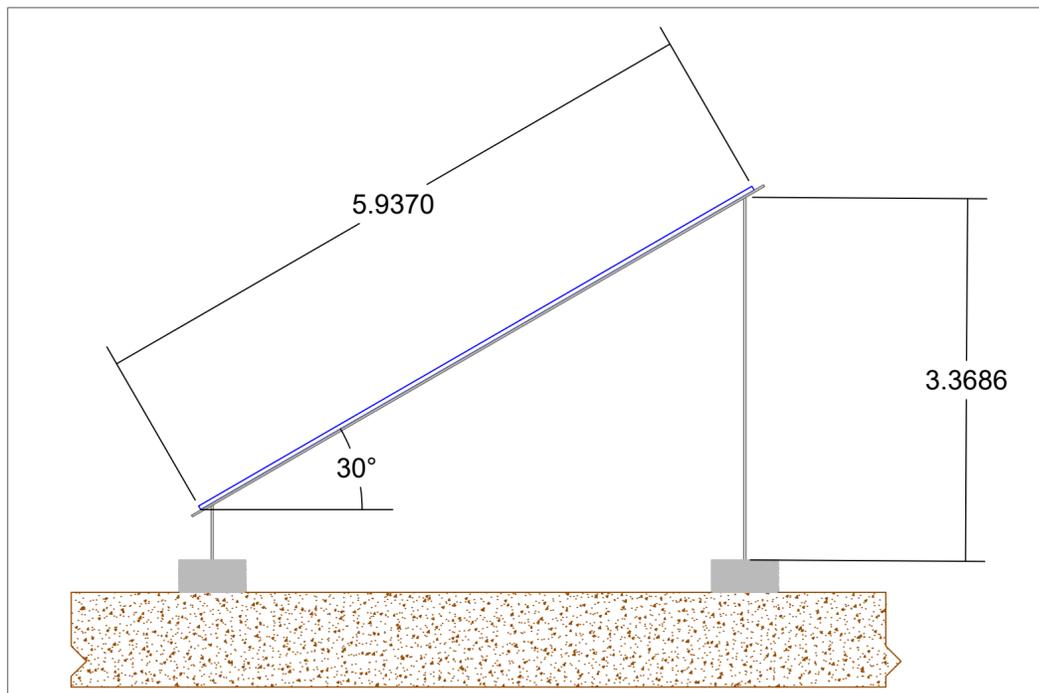
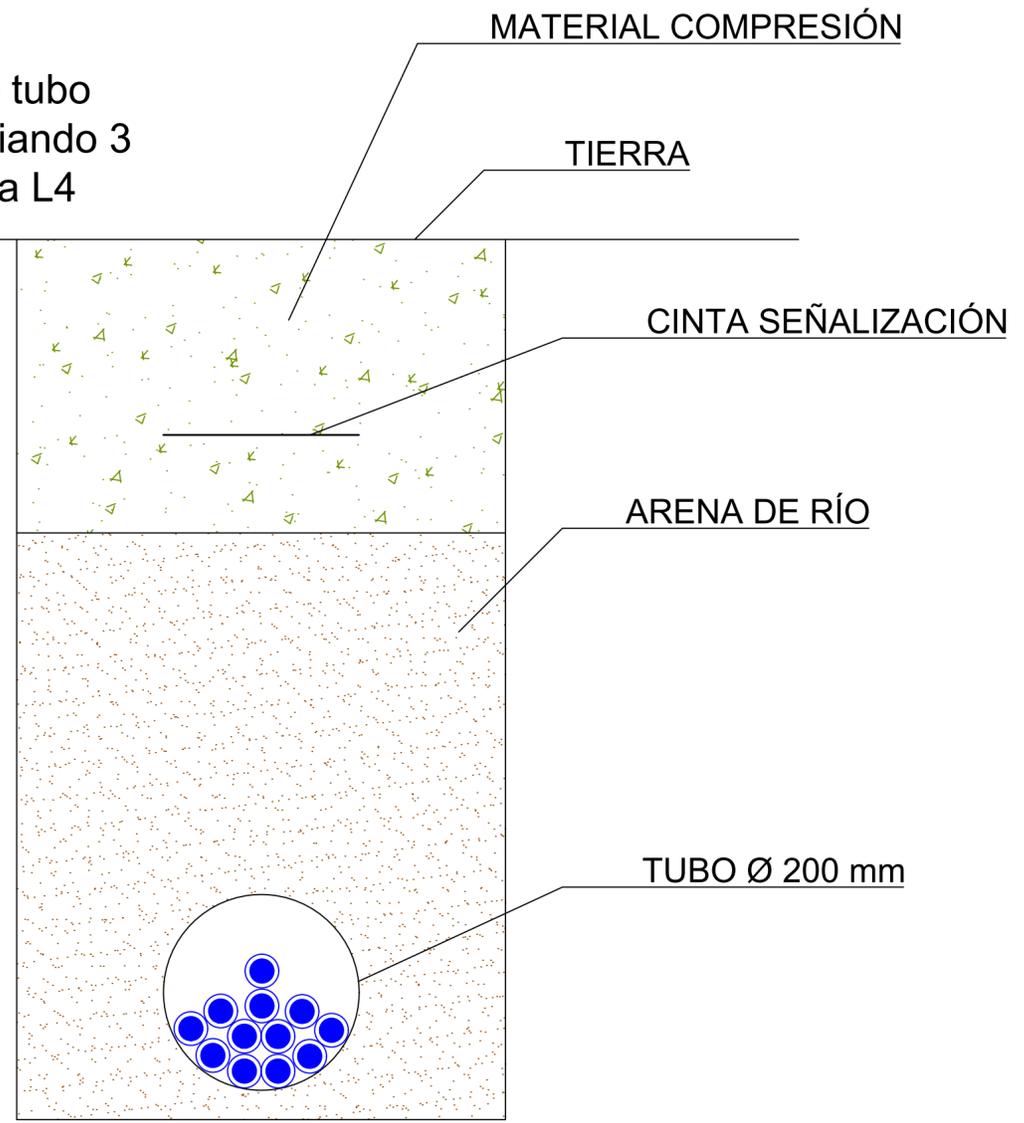
F

1 2 3 4 5 6 7 A3

Ejemplo de tubo corrugado guiando 6 líneas de la L2

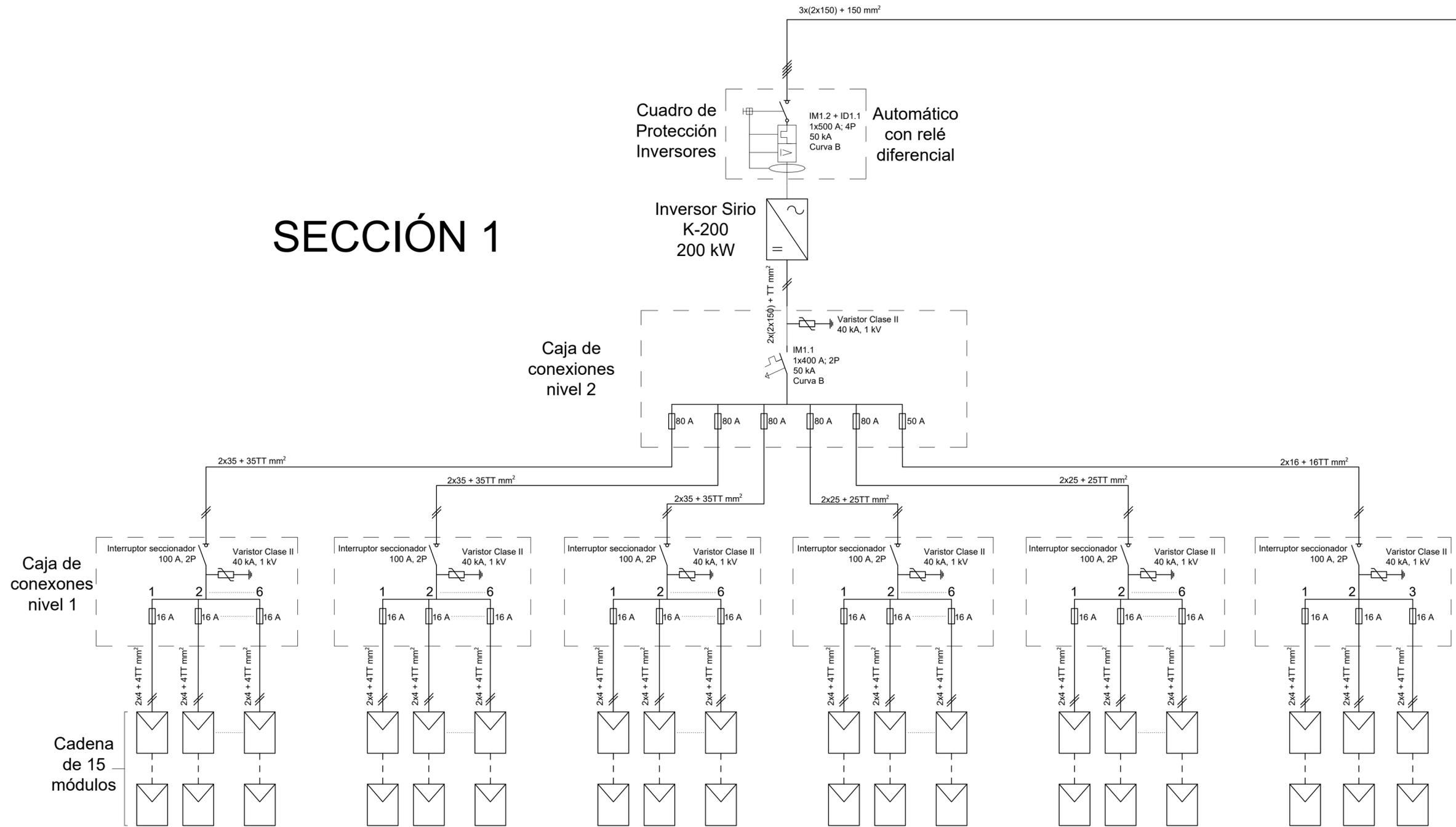


Ejemplo de tubo corrugado guiando 3 líneas de la L4



Escala Varias	INGENIERÍA ELÉCTRICA			UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Hoja 6	TRABAJO DE FIN DE GRADO			CAMPUS D'ALCOI
Título del Proyecto ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 600 kW SOBRE ESTRUCTURA FIJA Y CONECTADA A RED			Título del Plano Perfil estructura y canalizaciones	
			Autor/a: GANDÍA SOLERA, IRENE	
			Fecha: Julio 2020	

SECCIÓN 1



Escala	INGENIERÍA ELÉCTRICA			UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Hoja	TRABAJO DE FIN DE GRADO			CAMPUS D'ALCOI
Título del Proyecto			Título del Plano	
ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 600 kW SOBRE ESTRUCTURA FIJA Y CONECTADA A RED			ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN SECCIÓN 1	
			Autor/a: GANDÍA SOLERA, IRENE	
			Fecha: Julio 2020	

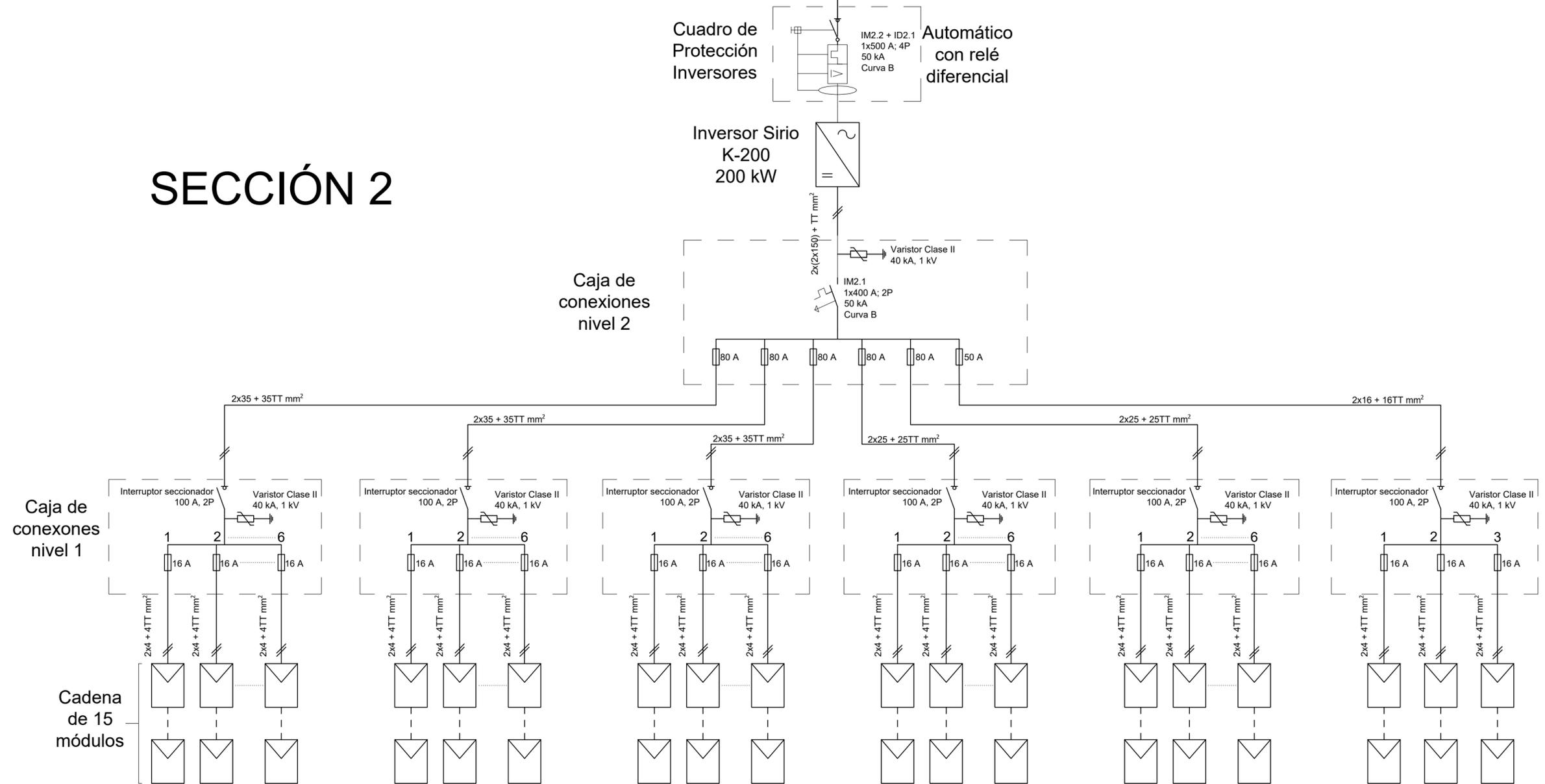
CO

D

E

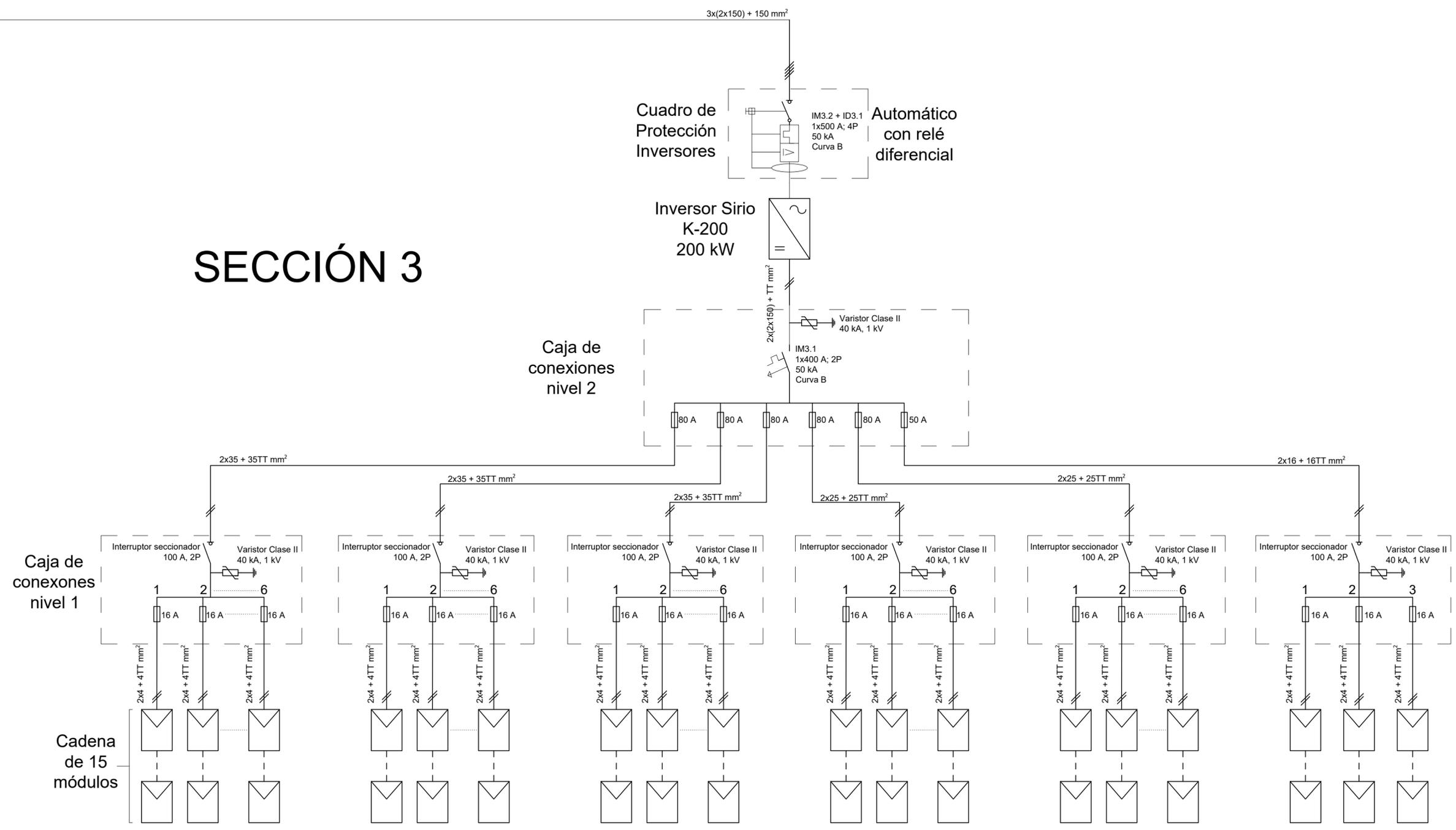
F

SECCIÓN 2



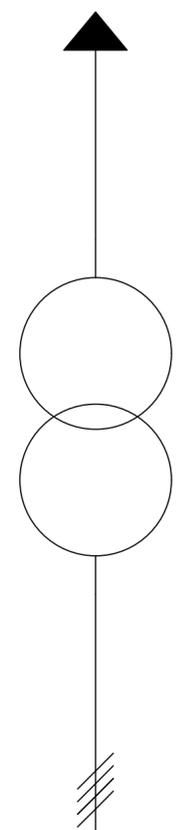
Escala	INGENIERÍA ELÉCTRICA			UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Hoja	TRABAJO DE FIN DE GRADO			CAMPUS D'ALCOI
Título del Proyecto			Título del Plano	
ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 600 kW SOBRE ESTRUCTURA FIJA Y CONECTADA A RED			ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN SECCIÓN 2	
Autor/a: GANDÍA SOLERA, IRENE			Fecha: Julio 2020	

SECCIÓN 3

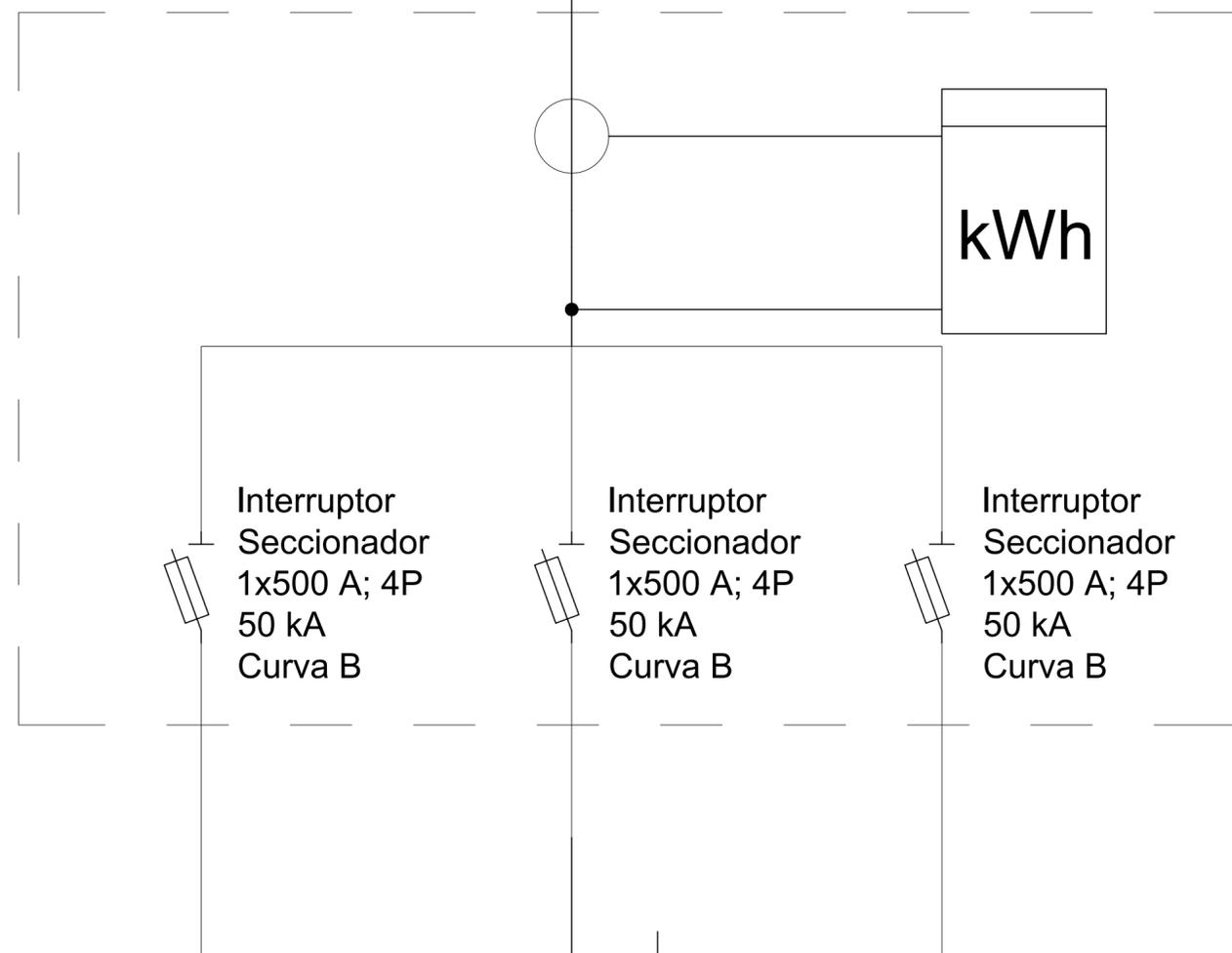


Escala	INGENIERÍA ELÉCTRICA			UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Hoja	TRABAJO DE FIN DE GRADO			CAMPUS D'ALCOI
Título del Proyecto			Título del Plano	
ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 600 kW SOBRE ESTRUCTURA FIJA Y CONECTADA A RED			ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN SECCIÓN 3	
Autor/a: GANDÍA SOLERA, IRENE			Fecha: Julio 2020	

Transformador
 630 kVA
 0,4 / 20 kV
 Dyn11



Cuadro de
 seccionadores



Contador de
 energía

Escala	INGENIERÍA ELÉCTRICA			UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Hoja 7.4	TRABAJO DE FIN DE GRADO			CAMPUS D'ALCOI
Título del Proyecto			Título del Plano	
ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 600 kW SOBRE ESTRUCTURA FIJA Y CONECTADA A RED			ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN CT	
			Autor/a: GANDÍA SOLERA, IRENE	
			Fecha: Julio 2020	

1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F

A
B
C
D
E
F

1 2 3 4 5 6 7 8 A2

DOCUMENTO N° 4: CATÁLOGOS



EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC

Conductor : Conductor estañado clase 5 para servicio móvil (-F)
 Aislación : Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
 Cubierta : Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
 Norma Constructiva : AENOR EA 0038

TÜV 2 Pfg 1169/08.2007 cables para paneles solares.

Norma Nac / Europea : UNE-EN 60332-1-2
 UNE-EN 50226-2-4
 UNE-EN 50267
 UNE EN 61034-2

Internacional : IEC 60332-1-2
 IEC 60332-3-24
 IEC 60754
 IEC 61034-2



La serie de cables EXZHELLENT SOLAR (AS), está constituida por cables flexibles monoconductores de tensión 1,8 kV en corriente continua (cc)

Son cables específicos para instalaciones solares fotovoltaicas (pV), capaces de soportar las extremas condiciones ambientales que se producen en este tipo de instalaciones.

Sus características principales son:

- :: Servicio móvil.
- :: Alta seguridad. **Especialmente diseñado para no dañar los paneles solares.**
- :: Resistencia a la intemperie.
- :: Trabajo a muy baja temperatura (-40°C)
- :: Resistencia a la abrasión, el desgarro y los aceites y grasas industriales.
- :: Endurecimiento térmico de los materiales para garantizar una vida útil de 30 años.

La temperatura máxima del conductor en servicio permanente es de 90°C, pudiendo soportar temperaturas de 120°C durante 20.000 horas



EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC

SECCIÓN	DIÁMETRO EXTERIOR	PESO	RADIO MÍNIMO CURVATURA	RESISTENCIA MAX DEL CONDUCTOR	INTENSIDAD ALAIRE / 40°C
mm ²	mm	kg/Km	mm	Ohm/km	A
1x2,5	5,0	50	20	8,21	41
1x4	5,6	65	23	5,09	55
1x6	6,8	85	26	3,39	70
1x10	7,9	140	32	1,95	96
1x16	8,8	200	35	1,24	132

OTROS CALIBRES, REALIZAR CONSULTA A NUESTRO EQUIPO



TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible)

según UNE-EN 60228
e IEC 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos

Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.



D_{ca} - s2, d2, a2

APLICACIONES

El cable Topsolar H1Z2Z2-K, certificado TÜV y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua o alterna. Compatible con la mayoría de conectores. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 1,5/1,5 · 1kV · (1,8) kV DC



Norma de referencia

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



Certificaciones

Certificados

CE
TÜV
EN
RoHS



D_{ca} - s2, d2, a2



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
Reacción al fuego CPR: D_{ca} - s2, d2, a2 según la norma EN 50575.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.



Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



Otros

Marcaje: metro a metro.



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.



Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.

Cable de Baja Tensión, EXZHELLENT XXI, RZ1-K (AS), Cobre, 1000 V, 90°C



Descripción

- 1. Conductor:** Cobre clase 5.
- 2. Aislamiento:** Polietileno reticulado (XLPE).
- 3. Cubierta:** Poliolefina termoplástica ignífuga, libre de halógenos (Z1).

Aplicaciones

La serie de cables EXZHELLENT XXI está constituida por cables flexibles unipolares y multipolares de 600/1000V. Su designación técnica es RZ1-K. La temperatura máxima de servicio del cable es de 90°C. Los cables de Alta Seguridad (AS) son No Propagadores de la Llama, No Propagadores del Incendio, de reducida opacidad de los humos emitidos, libres de halógenos y de reducida acidez y corrosividad de los gases emitidos durante la combustión.

Son cables especialmente indicados para ser instalados en viviendas, en locales de pública concurrencia, así como en aquellos lugares donde se pretenda elevar el grado de seguridad.



Especificaciones de referencia

UNE 21123-4 - Norma constructiva

EN 50265 - Método de ensayo común para cables sometidos al fuego. Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable.

EN 50266

EN 50267 - Baja acidez y corrosividad de los gases

EN 50268

IEC 60332-1 - No propagador de la llama

IEC 60332-3 - No propagador del incendio

IEC 60754 - Baja acidez y corrosividad de los gases

IEC 61034 - Baja opacidad de los humos emitidos

Certificación



Cable de Baja Tensión, EXZHELLENT XXI, RZ1-K (AS), Cobre, 1000 V, 90°C

Información Técnica

Tensión 0,6/1 kV

Código	Sección	Diámetro Final	Peso	Radio de Curvatura	Intensidad		Caída de Tensión	
		mm	kg/km	mm	Aire	Enterrada	COS $\mu = 0,8$	COS $\mu = 1$
							V/A.km	V/A.km
1992106	1x1.5	5.70	50	25	18	32	23.649	29.374
1992107	1x2.5	6.12	60	25	26	44	14.237	17.624
199210.8	1x4	6.65	75	30	35	57	8.873	10.932
1992109	1x6	7.20	95	30	46	72	5.950	7.288
1992110	1x10	8.15	140	35	64	96	3.484	4.218
1992111	1x16	9.15	200	40	86	125	2.240	2.672
1992112	1x25	10.80	290	45	120	160	1.476	1.723
1992113	1x35	11.90	380	50	145	190	1.073	1.224
1992114	1x50	13.50	520	55	180	230	0.773	0.852
1992115	1x70	15.60	720	65	230	280	0.568	0.601
1992116	1x95	17.35	930	70	285	335	0.449	0.455
1992117	1x120	19.40	1175	80	335	380	0.368	0.356
1992118	1x150	21.40	1455	90	385	425	0.311	0.285
1992119	1x185	23.30	1745	95	450	480	0.270	0.234
1992120	1x240	26.60	2315	135	535	550	0.223	0.177
1992121	1x300	30.20	2895	155	615	620	0.193	0.142
1992122	1x400	34.80	3930	175	720	705	0.164	0.107
1992123	1x500	41.00	5220	205	825	790	0.146	0.085
1992206	2x1.5	8.55	100	35	25	36	23.605	29.374
1992207	2x2.5	9.39	130	40	33	52	14.197	17.624
1992208	2x4	10.45	170	45	44	67	8.838	10.932
1992209	2x6	11.55	225	50	58	86	5.918	7.288
1992210	2x10	13.45	330	55	79	115	3.456	4.218
1992211	2x16	16.30	510	65	103	150	2.216	2.672
1992212	2x25	19.60	750	80	138	190	1.457	1.723
1992213	2x35	21.80	985	90	170	230	1.055	1.224
1992214	2x50	25.00	1345	100	200	270	0.758	0.852
1998215	2x70	24.74	1615	100	255	325	0.556	0.601
1998216	2x95	27.71	2080	140	310	385	0.438	0.455
1998217	2x120	31.29	2645	160	360	440	0.358	0.356
1998218	2x150	34.47	3265	175	415	495	0.302	0.285
1998219	2x185	37.81	3945	190	485	555	0.262	0.234
1998220	2x240	46.38	5345	235	565	635	0.215	0.177
1992306	3G1.5	9.01	115	40	17	28	23.605	29.374
1992307	3G2.5	9.92	155	40	25	40	14.197	17.624
1992308	3G4	11.07	205	45	34	52	8.838	10.932
1992309	3G6	12.25	275	50	44	66	5.918	7.288
1992310	3G10	14.31	420	60	61	88	3.456	4.218
1992311	3G16	16.47	605	70	82	115	2.216	2.672
1992311	3x16	16.47	605	70	82	115	2.216	2.672
1992312	3x25	20.03	910	80	110	150	1.457	1.723
1992313	3x35	23.26	1275	95	135	180	1.055	1.224
1992314	3x50	26.71	1750	135	165	215	0.758	0.852
1998315	3x70	28.96	2165	145	210	260	0.556	0.601
1998316	3x95	32.21	2800	165	260	310	0.438	0.455
1998317	3x120	36.44	3560	185	300	355	0.358	0.356
1998318	3x150	40.37	4425	205	350	400	0.302	0.285
1998319	3x185	44.31	5345	225	400	450	0.262	0.234
1998320	3x240	50.80	7085	305	475	520	0.215	0.177

Cable de Baja Tensión, EXZHELLENT XXI, RZ1-K (AS), Cobre, 1000 V, 90°C

Información Técnica

Tensión 0,6/1 kV

Código	Sección	Diámetro Final	Peso	Radio de Curvatura	Intensidad		Caída de Tensión	
		mm	kg/km	mm	Aire	Enterrada	COS $\mu = 0,8$ V/A.km	COS $\mu = 1$ V/A.km
1992406	4G1.5	9.92	140	40	17	28	23.605	29.374
1992407	4G2.5	10.93	185	45	25	40	14.197	17.624
1992408	4G4	12.22	255	50	34	51	8.878	10.932
1992409	4G6	13.55	345	55	44	66	5.918	7.288
1992410	4G10	15.85	530	65	61	88	3.456	4.218
1992411	4G16	18.27	770	75	82	115	2.216	2.672
1992411	4x16	18.27	770	75	82	115	2.216	2.672
1992412	4x25	22.36	1165	90	110	150	1.457	1.723
1992413	4x35	22.36	1610	130	135	180	1.055	1.224
1992414	4x50	25.62	2230	150	165	215	0.758	0.852
1998415	4x70	32.00	2900	160	210	260	0.556	0.601
1998416	4x95	35.59	3750	180	260	310	0.438	0.455
1998417	4x120	40.48	4790	205	300	355	0.358	0.356
1998418	4x150	44.42	5930	225	350	400	0.302	0.285
1998419	4x185	48.97	7170	245	400	450	0.262	0.234
1998420	4x240	56.15	9510	340	475	520	0.215	0.177
1992506	5G1.5	10.79	170	45	17	28	23.605	29.374
1992507	5G2.5	11.93	230	50	25	40	14.237	17.624
1992508	5G4	13.37	315	55	34	52	8.873	10.932
1992509	5G6	14.87	420	60	44	66	5.950	7.288
1992510	5G 10	17.45	650	70	61	88	3.484	4.218
1992511	5G 16	20.17	940	85	82	115	2.240	2.672
1992512	5G 25	24.80	1145	100	110	150	1.476	1.723
1992513	5G 35	28.35	1995	145	135	180	1.073	1.224
1992514	5G 50	33.10	2770	170	165	215	0.773	0.852
1992515	5G 70	39.02	3900	195	210	260	0.568	0.601
1992516	5G 95	43.43	5015	220	260	310	0.449	0.455
1992517	5G 120	49.41	6400	250	300	355	0.368	0.356
1992518	5G 150	54.70	7930	330	350	400	0.311	0.285

- Intensidad :
- Temperatura del aire 40°C
 - Temperatura del terreno 25°C
 - Profundidad de la instalación 70 cm
 - Resistividad Térmica del terreno 1Km/W

Datasheet

Bandeja perforada de acero ala 60 enchufable

Steel perforated cable tray side 60 with self-coupling ends

DESCRIPCIÓN

- Bandeja de acero laminado, troquelado, embutido y plegado. Bordes y cabezas de tornillo protegidos. Nivel de perforación B según UNE-EN 61537.
- Extremo embutido para el acoplamiento directo de dos tramos de bandeja sin uniones (bandeja enchufable).
- Continuidad eléctrica:
 - Por metro <math><5\text{ m}\Omega</math> UNE-EN 61537
 - En las uniones <math><50\text{ m}\Omega</math> UNE-EN 61537
- Resistencia al impacto: > 20 Joules, UNE-EN 61537
- Acabados:
 - **S** Acero laminado galvanizado tipo sendzimir DX51D +Z275 MAC s/ UNE-EN 10346 con una masa de recubrimiento de 275 g/m² de cinc (conjunto de ambas caras) equivalente a 20 μm por cara.
 - **G** Galvanizado por inmersión en baño de cinc a 450-460°C de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461. Promedio mínimo 45 μm .
- Aplicaciones:
 - **S** en instalaciones de interior en atmósferas secas y sin contaminantes agresivos
 - **G** en instalaciones exteriores industriales, rurales y marinas e interiores agresivas.

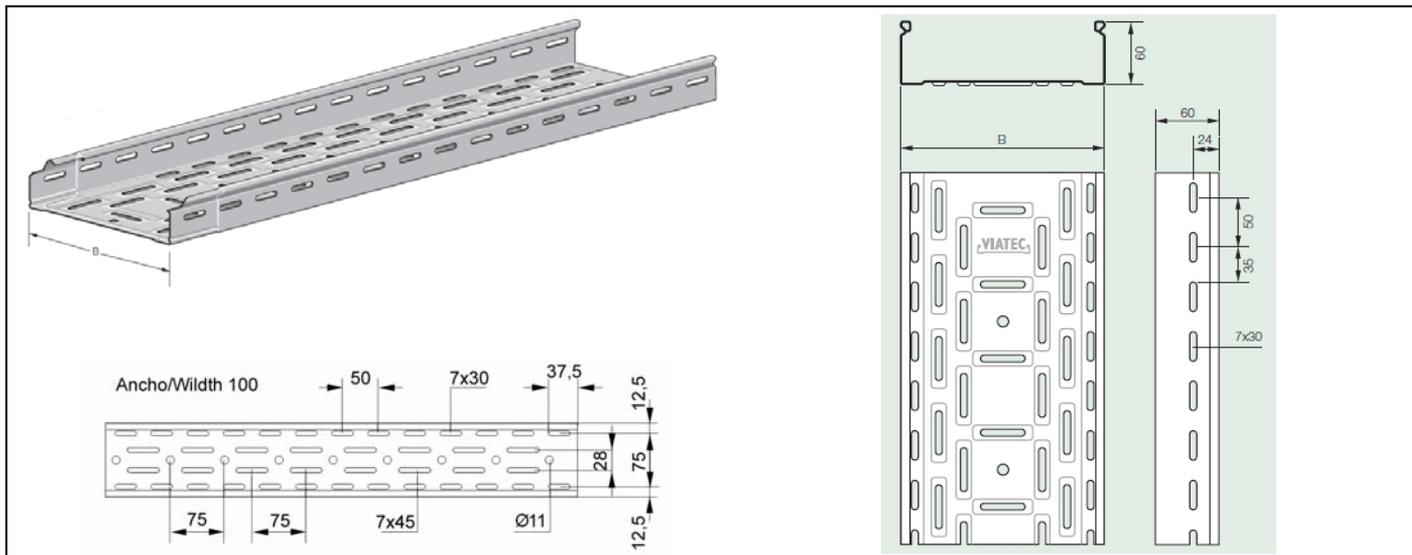
DESCRIPTION

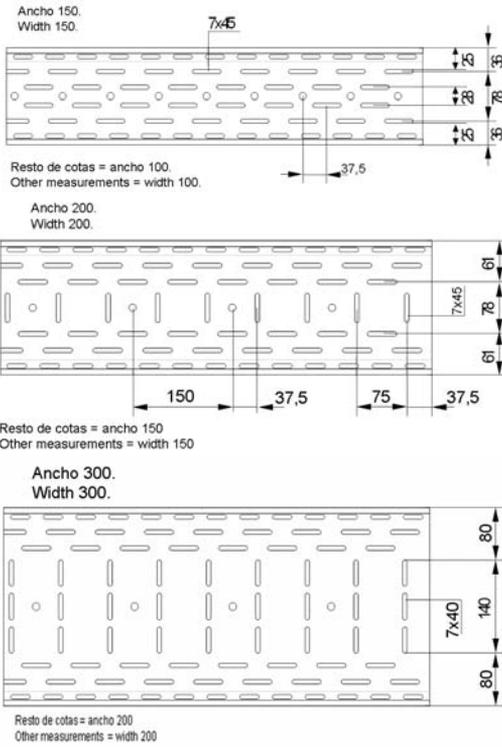
- Sheet steel cable tray made of laminated steel, inlaid and plain perforated and bended. Bolts and lateral edges protected. Perforation level B according to CEI 61537.
- Depressed ends for the direct connection of two adjacent cable tray pieces without unions (self-coupling ends).
- Electrical continuity:
 - Per metre <math><5\text{ m}\Omega</math> CEI 61537
 - In unions <math><50\text{ m}\Omega</math> CEI 61537
- Impact resistance: > 20 Joules, CEI 61537
- Finishes:
 - **S** Laminated galvanized steel sendzimir type DX51D +Z275 MAC according to EN 10346 with a cover of zinc of 275 g/m² (both faces) equivalent to 20 μm in each face.
 - **G** Hot Dip Galvanized in a zinc bath at a temperature of 450-460°C, according to EN ISO 1461 standard. Minimum average 45 μm .
- Uses:
 - **S** in dry and indoor environments, without aggressive pollutants.
 - **G** in outdoor industrial, rural, marine and aggressive environments

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES / DIMENSIONAL CHARACTERISTICS

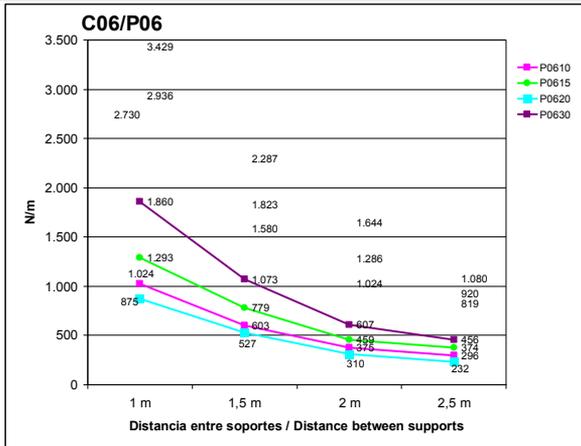
Referencia / Reference	B	Sección útil / Useful cross section mm ²	Embalaje / Packing
RS 901-3982 (S)	100	5320	12m (4 x 3m)
RS 901-3985 (S)	150	8220	12m (4 x 3m)
RS 901-3989 (S)	200	11120	12m (4 x 3m)
RS 901-3998 (S)	300	16920	6m (2 x 3m)

Dimensiones en mm / Dimensions in mm
Longitud/Length 3000 mm.

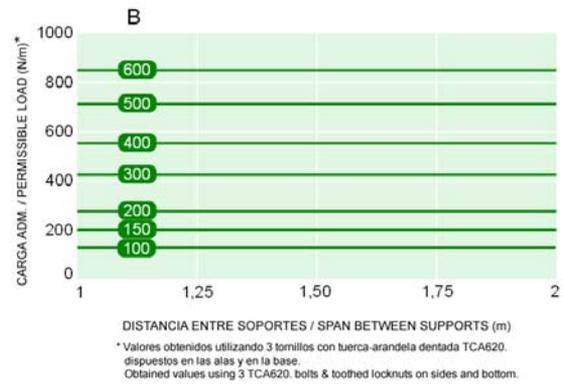


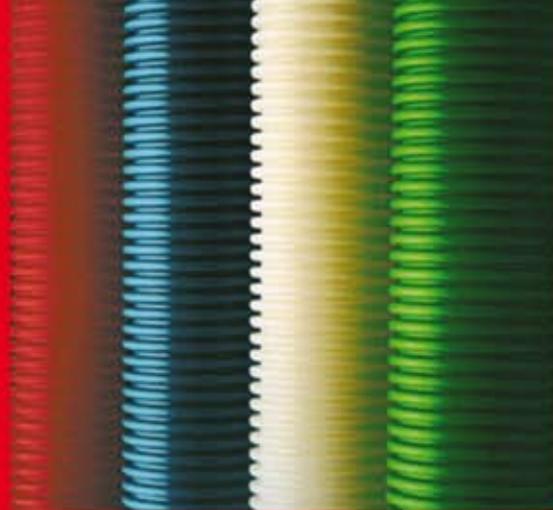


CARGA MÁXIMA ADMISIBLE / MAXIMUM PERMISSIBLE LOAD



CAPACIDAD DE CARGA LLENA DE CABLES / LOAD CAPACITY FULL OF CABLES





ELECTRICIDAD Y
TELECOMUNICACIONES
PVC-PE




TUYPER
GRUPO

ELECTRICAL TELECOMMUNICATIONS PVC-PE

6. PROGRAMA DE TUBERÍAS

TUBERÍA DE PVC

DIAMETRO (mm)	REFERENCIA
63	63CE
75	75CE
90	90CE
.....	90CE 1,8
110	110CE
.....	110CE 1,8
.....	110CE 3,2
125	125CE
140	140CE
.....	140CE 3,2
160	160CE
.....	160CE 2,0

TUBERÍA DE PE CORRUGADA:

DIAMETRO (mm)	REFERENCIA	
	BARRAS 6m.	ROLLOS 50m
63	63CPB	93CPRG
75	75CPB	75CPRG
90	90CPB	90CPRG
110	110CPB	110CPRG
125	125CPB	125CPRG
160	160CPB	160CPRG
200	200CPB	
250	250CPB	



Inversores Centralizados

12-250 kW



A DESTACAR

- **Con transformador aislante de baja frecuencia**
- **Energía nominal plena hasta 45 °C**
- **Pantalla táctil LCD color con funciones de registro de datos**
- **Apta para operar con módulos que exigen la puesta a tierra de un polo**

Los inversores Sirio Centralizados permiten la conexión directa a la red de distribución de baja tensión 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

MODELO	SIRIO K40	SIRIO K64	SIRIO K80	SIRIO K100	SIRIO K200
Potencia nominal corriente alterna	40 KVA	64 KVA	80 KVA	100 KVA	200 KVA
Potencia máxima corriente alterna	40 KW (cosφ=1)	64 KW (cosφ=1)	80 KW (cosφ=1)	100 KW (cosφ=1)	200 KW (cosφ=1)
ENTRADA					
Tensión continua máxima en circuito abierto	800 Vdc				
Rango completo de MPPT	330 ÷ 700 Vdc				
Intervalo de ejercicio	330 ÷ 700 Vdc				
Corriente de entrada máxima	130 Acc	205 Acc	260 Acc	320 Acc	650 Acc
Tensión de umbral para el suministro hacia la red	390 Vdc				
Tensión de Ripple	<1%				
Número de entradas	1				
Número de MPPT	1				
Conectores CC	Term. de tornillo	Busbar			
SALIDA					
Tensión de ejercicio	400 Vca				
Intervalo operativo	340 ÷ 460 Vca ⁽¹⁾				
Intervalo para la máxima potencia	340 ÷ 460 Vca				
Intervalo de frecuencia	47,5 ÷ 51,5 Hz ⁽¹⁾				
Intervalo de frecuencia configurable	47 ÷ 53 Hz				
Corriente nominal	58 Aca	92 Aca	115 Aca	145 Aca	289 Aca
Corriente máxima	73 Aca	117 Aca	146 Aca	182 Aca	364 Aca
Contributo alla corriente di cortocircuito	110 Aca	175 Aca	219 Aca	274 Aca	546 Aca
Distorsión armónica (THDi)	<3%				
Factor de potencia	de 0,9 ind. a 0,9 cap. ⁽¹⁾				
Separación galvánica	Transformador BF				
Conectores CA	Term. de tornillo	Busbar			
SISTEMA					
Rendimiento máximo	95,8%	96,1%			96,2%
Rendimiento europeo	95%			95,1%	95,2%
Consumo stand-by	<32W				
Consumo de noche	<32W				
Protecciones internas	Magnetotérmico lado CA - Seccionador en lado CC				
Protección funcionamiento en isla	Si				
Detección dispersión hacia tierra	Si				
Disipación de calor	Ventilador controlado				
Temperatura de servicio	-20°C ÷ 45°C (sin reducción de potencia)				
Temperatura de almacenamiento	-20°C ÷ 70°C				
Humedad	5 ÷ 95% sin condensación				
Peso	420 Kg	600 Kg	650 Kg	720 Kg	1580 Kg
STANDARDS					
EMC	EN61000-6-3, EN61000-6-2, EN61000-3-11, EN61000-3-12				
Seguridad	EN62109-1, EN62109-2				
Directivas	Directiva de baja tensión: 2006/95/EC, EMC Directiva: 2004/108/EC				
Supervisión de la red	CEI 0-21, CEI 0-16, A70, VDE 0126-1-1, G59/2, Real Decreto 413/2014, PO12.3				CEI 0-21, CEI 0-16, A70, Real Decreto 413/2014, PO12.3

NOTA: Para los dibujos mecánicos y gráficos de rendimiento, consulte la pag. 63

(1) Estos valores pueden variar de acuerdo con las regulaciones locales.

Protectores contra sobretensiones | Transitorias | Tipo 2

(según norma IEC-61643-1)

PSM y CS

Código	Referencia	Código	Referencia	Tipo red					I _{max} (8/20 μs)				I _n				Para uso en redes de						Formato		Indicación visual	Nº Módulos DIN	Nivel de protección (kV)					
				Unipolar	Monofásico	Bifásico	DC	Trifásico	15 kA	20 kA	40 kA	65 kA	5 kA	10 kA	15 kA	20 kA	AC			600 Vdc	1.000 Vdc	Sistema de tierras					Monobloc	Desenchufable	L-N	N-PE	L-PE	
																	neutro	120 V	230 V			400 V	690 V	IT								TT
77707701	PSM1-20/120 IR	77707700	PSM1-20/120	*						*					*											*	*	1	0,8			
77707703	PSM1-20/230 IR	77707702	PSM1-20/230	*						*					*											*	*	1	1,4			
77707705	PSM1-20/400 IR	77707704	PSM1-20/400	*						*					*											*	*	1	2			
77707707	PSM1-40/120 IR	77707706	PSM1-40/120	*						*			*		*											*	*	1	0,9			
77707709	PSM1-40/230 IR	77707708	PSM1-40/230	*						*			*		*											*	*	1	1,3			
77707711	PSM1-40/400 IR	77707710	PSM1-40/400	*						*			*		*											*	*	1	2			
77707715	PSM1-40/690 IR	77707714	PSM1-40/690	*						*			*		*											*	*	1	3,3			
---	---	77707745	PSM1-20N	*						*			*		*											*	*	1		1,5		
---	---	77707746	PSM1-40N	*						*			*		*											*	*	1		1,5		
77707751	PSM2-20/120 TT IR	77707750	PSM2-20/120 TT		*					*					*											*	*	2	0,8	1,5		
77707753	PSM2-20/230 TT IR	77707752	PSM2-20/230 TT		*					*					*											*	*	2	1,4	1,5		
77707755	PSM2-40/120 TT IR	77707754	PSM2-40/120 TT		*					*			*		*											*	*	2	0,9	1,5		
77707757	PSM2-40/230 TT IR	77707756	PSM2-40/230 TT		*					*			*		*											*	*	2	1,3	1,5		
77707901	PSM2-20/120 TNS IR	77707900	PSM2-20/120 TNS		*	*				*					*											*	*	2			0,8	
77707903	PSM2-20/230 TNS IR	77707902	PSM2-20/230 TNS		*	*				*					*											*	*	2			1,4	
77707905	PSM2-40/120 TNS IR	77707904	PSM2-40/120 TNS		*	*				*			*		*											*	*	2			0,9	
77707907	PSM2-40/230 TNS IR	77707906	PSM2-40/230 TNS		*	*				*			*		*											*	*	2			1,3	
77707851	PSM3-40/600 PV IR	77707850	PSM3-40/600 PV				*			*					*											*	*	3			0,8	
77707853	PSM3-40/1000 PV IR	77707852	PSM3-40/1000 PV				*			*					*											*	*	3			1,4	
77707861	PSM3-20/230 TNC IR	77707860	PSM3-20/230 TNC				*			*					*											*	*	3			0,9	
77707863	PSM3-20/400 TNC IR	77707862	PSM3-20/400 TNC				*			*					*											*	*	3			1,3	
77707865	PSM3-40/230 TNC IR	77707864	PSM3-40/230 TNC				*			*					*											*	*	3			2,6	
77707867	PSM3-40/400 TNC IR	77707866	PSM3-40/400 TNC				*			*					*											*	*	3			4	
77707801	PSM4-20/230 TT IR	77707800	PSM4-20/230 TT				*			*					*											*	*	4	0,8	1,5		
77707803	PSM4-20/400 TT IR	77707802	PSM4-20/400 TT				*			*					*											*	*	4	1,4	1,5		
77707805	PSM4-40/230 TT IR	77707804	PSM4-40/230 TT				*			*			*		*											*	*	4	0,9	1,5		
77707807	PSM4-40/400 TT IR	77707806	PSM4-40/400 TT				*			*			*		*											*	*	4	1,3	1,5		
77707951	PSM4-20/230 TNS IR	77707950	PSM4-20/230 TNS				*			*					*											*	*	4			0,8	
77707953	PSM4-20/400 TNS IR	77707952	PSM4-20/400 TNS				*			*					*											*	*	4			1,4	
77707955	PSM4-40/230 TNS IR	77707954	PSM4-40/230 TNS				*			*			*		*											*	*	4			0,9	
77707957	PSM4-40/400 TNS IR	77707956	PSM4-40/400 TNS				*			*			*		*											*	*	4			1,3	
77705106	CS1-15/120 IR	77705105	CS1-15/120	*						*					*											*	*	1	0,7			
77705111	CS1-15/230 IR	77705110	CS1-15/230	*						*					*											*	*	1	1,2			
77705116	CS1-15/400 IR	77705115	CS1-15/400	*						*					*											*	*	1	1,8			
77705121	CS1-40/120 IR	77705120	CS1-40/120	*						*			*		*											*	*	1	0,9			
77705126	CS1-40/230 IR	77705125	CS1-40/230	*						*			*		*											*	*	1	1,3			
77705131	CS1-40/400 IR	77705130	CS1-40/400	*						*			*		*											*	*	1	1,8			
---	---	77705149	CS1-15N	*						*			*		*											*	*	1		1,5		
---	---	77705151	CS1-40N	*						*			*		*											*	*	1		1,5		
77705212	CS2-15/230 IR	77705211	CS2-15/230		*					*					*											*	*	2	1,2	1,5		
77705242	CS2-40/230 IR	77705241	CS2-40/230		*					*			*		*											*	*	2	1,3	1,5		
77705229	CS2P-15/230 IR	77705228	CS2P-15/230		*	*				*					*											*	*	2			1,2	
77705249	CS2P-40/230 IR	77705248	CS2P-40/230		*	*				*			*		*											*	*	2			1,3	
77707361	CS23-40/600 IR	77707360	CS23-40/600				*			*			*		*											*	*	2			2,6	
77707363	CS23-40/1000 IR	77707362	CS23-40/1000				*			*			*		*											*	*	2			3,8	
77705422	CS4-15/400 IR	77705421	CS4-15/400				*			*					*											*	*	4	1,2	1,5		
77705452	CS4-40/400 IR	77705451	CS4-40/400				*			*			*		*											*	*	4	1,3	1,5		
77705429	CS4P-15/400 IR	77705428	CS4P-15/400				*			*			*		*											*	*	4			1,2	
77705459	CS4P-40/400 IR	77705458	CS4P-40/400				*			*			*		*											*	*	4			1,3	

Consultar las referencias de los cartuchos

*Tensiones entrelíneas (L-L)

Red Eléctrica

Red Eléctrica

Hoja de características del producto 31173

Características

interruptor seccionador Interpact INV500 - 500 A - 4 pólos



Principal

Gama	Compact
Nombre del producto	Compact INV
Tipo de producto o componente	Interruptor seccionador
Número de polos	4P
Tipo de red	CC CA
Frecuencia de red	50/60 Hz
Color de la maneta	Negro
[Ie] Corriente nominal de empleo	AC-21A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 220/240 V AC-21A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 380/415 V AC-21A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 440/480 V AC-21A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 480 V NEMA AC-21A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 500/525 V AC-21A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 660/690 V AC-22A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 220/240 V AC-22A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 380/415 V AC-22A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 440/480 V AC-22A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 480 V NEMA AC-22A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 500/525 V AC-22A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 660/690 V AC-23A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 220/240 V AC-23A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 380/415 V AC-23A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 440/480 V AC-23A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 480 V NEMA AC-23A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 500/525 V AC-23A, estado 1 500 A CA 50/60 Hz 660/690 V DC-21A, estado 1 500 A CC 125 V 2 polos en serie DC-22A, estado 1 500 A CC 125 V 2 polos en serie DC-23A, estado 1 500 A CC 125 V 2 polos en serie DC-21A, estado 1 500 A CC 250 V 4 polos en serie DC-22A, estado 1 500 A CC 250 V 4 polos en serie DC-23A, estado 1 500 A CC 250 V 4 polos en serie
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	750 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV
[Ith] Corriente térmica convencional	500 A en 60 °C

[Icm] capacidad nominal de cortocircuito	330 kA con interruptor automático aguas arriba 690 V CA en 50/60 Hz 50 kA solo interruptor-seccionador 690 V CA en 50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	690 V CA 50/60 Hz 250 V CC
Poder de seccionamiento	Sí
Indicador de posición del contacto	Sí
Corte visible	Sí
Grado de contaminación	3

Complementario

Tipo de control	Mando rotativo
Tipo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Carril Placa
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte frontal
Potencia máxima	AC-23, estado 1 132 kW en 220/240 V CA 50/60 Hz AC-23, estado 1 150 kW en 230 V CA 50/60 Hz - tipo de cable: NEMA) AC-23, estado 1 250 kW en 380/415 V CA 50/60 Hz AC-23, estado 1 250 kW en 440 V CA 50/60 Hz AC-23, estado 1 250 kW en 480 V CA 50/60 Hz - tipo de cable: NEMA) AC-23, estado 1 355 kW en 500/525 V CA 50/60 Hz AC-23, estado 1 500 kW en 660/690 V CA 50/60 Hz
Servicio nominal	Ininterrumpido
[Icw] Corriente temporal admisible	11,5 kA durabilidad eléctrica 3 s acorde a IEC 60947-3 20 kA durabilidad eléctrica 1 s acorde a IEC 60947-3 4 kA durabilidad eléctrica 30 s acorde a IEC 60947-3 4,9 kA durabilidad eléctrica 20 s acorde a IEC 60947-3
Durabilidad mecánica	10000 ciclos
Durabilidad eléctrica	AC-21A, estado 1 1000 ciclos 440 V CA 50/60 Hz AC-21A, estado 1 1000 ciclos 500 V CA 50/60 Hz AC-21A, estado 1 1000 ciclos 690 V CA 50/60 Hz AC-22A, estado 1 1000 ciclos 440 V CA 50/60 Hz AC-22A, estado 1 1000 ciclos 500 V CA 50/60 Hz AC-22A, estado 1 1000 ciclos 690 V CA 50/60 Hz AC-23A, estado 1 1000 ciclos 440 V CA 50/60 Hz AC-23A, estado 1 1000 ciclos 500 V CA 50/60 Hz AC-23A, estado 1 1000 ciclos 690 V CA 50/60 Hz DC-21A, estado 1 1000 ciclos 250 V CC DC-22A, estado 1 1000 ciclos 250 V CC DC-23A, estado 1 1000 ciclos 250 V CC
Paso de conexión	45 mm
Altura	205 mm
Anchura	185 mm
Profundidad	130 mm
Peso del producto	4,9 kg

Entorno

Normas	IEC 60947-3 IEC 60947-1
Certificaciones de producto	CCC KEMA-KEUR
Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 acorde a EN 50102
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-50...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Peso del paquete 1	5,241 kg
Paquete 1 Altura	18,900 cm
Paquete 1 ancho	19,200 cm
Paquete 1 Longitud	22,400 cm

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Perfil de circularidad	Información de fin de vida útil
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

Características

LV438361

NSX250DC TM630DC; interruptor automatico Compact - 2 polos 2d



Principal

Gama	Compact
Nombre del producto	Compact NSX DC
Nombre corto del dispositivo	Compact NSX630 CC
Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	2P
Descripción de polos protegidos	2t
[In] Corriente nominal	630 A en 40 °C
[Ue] Tensión nominal de empleo	600 V CC acorde a IEC 60947-2
Tipo de red	CC
Poder de seccionamiento	Sí acorde a IEC 60947-2
Categoría de empleo	Categoría A
[Icu] rated ultimate short-circuit breaking capacity	50 kA Icu en 250 V CC 1P acorde a IEC 60947-2 50 kA Icu en 600 V CC 2P acorde a IEC 60947-2
Performance level	N 50 kA 250 V CC
Unidad de control	TM-DC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Tipo de control	Maneta
Circuit breaker mounting mode	Fijo

Complementario

[Ui] Tensión nominal de aislamiento	750 V CC acorde a IEC 60947-2
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV acorde a IEC 60947-2
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	4,5 kA en 600 V CC acorde a IEC 60947-2
Durabilidad mecánica	5000 ciclos
Durabilidad eléctrica	1000 ciclos 600 V CC In acorde a IEC 60947-2 2000 ciclos 600 V CC In/2 acorde a IEC 60947-2

Soporte de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte frontal
Paso de conexión	45 mm
Tipo de protección	Protección contra sobrecarga (térmica) Protección contra cortocircuitos (magnética)
Calibre de la unidad de disparo	630 A en 40 °C
Long-time pick-up adjustment type Ir (thermal protection)	Ajustable
[Ir] long-time protection pick-up adjustment range	0,7...1 x In
Señalizaciones en local	Indicación de contacto positivo
Width (W)	185 mm
Height (H)	488 mm
Depth (D)	110 mm
Peso del producto	8,3 kg

Entorno

Normas	EN/IEC 60947 UL 508
Certificaciones de producto	EAC CCC
Grado de contaminación	3 acorde a IEC 60947-2
Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 acorde a EN 50102

Unidades de embalaje

Peso del paquete 1	7,500 kg
Paquete 1 Altura	1,580 dm
Paquete 1 ancho	1,960 dm
Paquete 1 Longitud	3,680 dm

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Hoja de características del producto

Características

LV433941

NSX630 4P 50k Micrologic 4.3 Vigi 570A



Principal

Gama	Compact
Tipo de producto o componente	Interruptor automático de protección contra fugas a tierra
Nombre corto del dispositivo	VigiCompact NSX630N
Aplicación del dispositivo	Distribución
Capacidad de corte	N 50 kA 415 V CA
Calibre de la unidad de disparo	570 A en 40 °C

Complementario

Número de polos	4P
Descripción de polos protegidos	3t 4t 3t + N/2
Posición de neutro	Izquierda
Tipo de red	CA
Frecuencia de red	50/60 Hz
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte frontal
[In] Corriente nominal	570 A en 40 °C
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV
[Ue] Tensión nominal de empleo	440 V CA 50/60 Hz
Capacidad de corte	85 kA Icu en 220/240 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 50 kA Icu en 380/415 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 42 kA Icu en 440 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
[Ics] poder de corte en servicio	85 kA en 220/240 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 50 kA en 380/415 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 42 kA en 440 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2

Poder de seccionamiento	Sí acorde a EN 60947-2 Sí acorde a IEC 60947-2
Categoría de empleo	Categoría A
Durabilidad mecánica	15000 ciclos
Durabilidad eléctrica	4000 ciclos 440 V In acorde a IEC 60947-2 8000 ciclos 440 V In/2 acorde a IEC 60947-2
Paso de conexión	35 mm
Instantaneous pick-up	6900 A
Unidad de control	Micrologic 4.3
Tecnología de unidad de disparo	Electrónico
Funciones de protección de unidad de control	LSolR
Tipo de protección	Prot.cont. sobrec. (per.largo) Short time short-circuit protection with fixed delay Prot.contra cortocirc.(inst.) Proteção de fuga à terra
Tipo de ajuste de detección a largo plazo I _r	9 regulaciones
Intervalo de ajuste de detección a largo plazo	0,4...1 x pol
Tipo de ajuste de retardo de larga duración	Fijo
[T _r] ajuste de retardo de larga duración	11 s en 7.2 x I _r 16 s en 6 x I _r 400 s en 1.5 x I _r
Memoria térmica	20 minutos antes y después de desconexión
Tipo de ajuste de detección de I _{sd} de corto retardo	Ajustable
[I _{sd}] intervalo de ajuste de detección a corto plazo	1.5...10 x I _r
Tipo de ajuste de retardo de corta duración	Fijo
[T _{sd}] short-time delay pick-up	0,02 s
Tipo de ajuste de detección instantánea I _i	Fijo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo A
Protección contra fugas a tierra	Integrado
[I Δ N] residual earth-leakage sensitive adjustment	300 mA 500 mA 1 A 3 A 5 A 10 A
Earth leakage specific mode	Desligar using the I Δ n rotary switch
Earth-leakage time delay type	Ajustable
[Δ t] earth-leakage time delay pick-up adjustment range	0 ms 60 ms 150 ms 500 ms 1 s
Categoría de sobretensión	Clase II
Clase de protección contra descargas eléctricas	Clase II
Señalizaciones en local	LED 105 % I _r LED preparado LED 90 % I _r
Altura	255 mm
Anchura	185 mm
Profundidad	110 mm

Entorno

Normas	UL 508 EN 60947-2 NEMA AB1 IEC 60947-2
Certificaciones de producto	CCC EAC CB
Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 acorde a IEC 62262
Grado de contaminación	3 acorde a IEC 60664-1
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-55...85 °C
Peso del producto	8,13 kg

Unidades de embalaje

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Peso del paquete 1	7,894 kg
Paquete 1 Altura	15 cm
Paquete 1 ancho	20 cm
Paquete 1 Longitud	29 cm

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Perfil de circularidad	Información de fin de vida útil
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

A9S65291

Interrupor en carga iSW 2P 100A

Características



Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iSW
Tipo de producto o componente	Interrupor seccionador
Nombre corto del dispositivo	ISW
Aplicación del dispositivo	Isolation Control
Número de polos	2P
Categoría de empleo	AC-22A
Poder de seccionamiento	Sí

Complementario

[Ie] Corriente nominal de empleo	100 A en 415 V CA 50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	415 V CA 50/60 Hz
[Icm] capacidad nominal de cortocircuito	5 kA solo interrupor-seccionador
[Icw] Corriente temporal admisible	1500 A
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicación de encendido/apagado
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	Arriba o abajo, estado 1 Sí
Pasos de 9 mm	4
Altura	85 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	73 mm

Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminales de tipo túnel - tipo de cable: arriba o abajo) - $\leq 1 \times 50 \text{ mm}^2$ - rígido Terminales de tipo túnel - tipo de cable: arriba o abajo) - $\leq 1 \times 35 \text{ mm}^2$ - Flexible Terminales de tipo túnel - tipo de cable: arriba o abajo) - $\leq 1 \times 35 \text{ mm}^2$ - flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	9 mm
Par de apriete	3,5 N.m

Entorno

Normas	IEC 60947-3 EN 60947-3
Grado de protección IP	IP20
Grado de contaminación	3
Tropicalización	2
Humedad relativa	95 % en 55 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Peso del paquete 1	0,167 kg
Paquete 1 Altura	0,750 dm
Paquete 1 ancho	0,360 dm
Paquete 1 Longitud	0,950 dm
Tipo de unidad del paquete 2	BB1
Número de unidades en el paquete 2	6
Peso del paquete 2	1,06 kg
Paquete 2 Altura	10 cm
Ancho del paquete 2	9 cm
Longitud del paquete 2	22 cm
Tipo de unidad del paquete 3	S03
Número de unidades en el paquete 3	66
Paquete 3 Peso	12,147 kg
Paquete 3 Altura	30 cm
Ancho del paquete 3	30 cm
Paquete 3 Longitud	40 cm

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

Características

DF101PV

Tesys Seccionador portafusible fotovoltaico - 1P - 32A - fusible fusible 10x38mm



Principal

Gama	TeSys
Nombre del producto	TeSys DF
Tipo de producto o componente	Portafusible
Nombre corto del dispositivo	DF10
Número de polos	1P
Tamaño de fusible	10 x 38 mm
Tipo de control	Maneta bloqueable
Categoría de empleo	AC-20B acorde a IEC 60947-3 DC-20B acorde a IEC 60947-3
[Ue] Tensión nominal de empleo	1000 V CC
[Ie] Corriente nominal de empleo	32 A
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	1000 V CC
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV
Categoría de sobretensión	III
Resistencia a cortocircuitos	120 kA 400 V acorde a IEC 60947-3
Potencia disipada en W	3 W maximum power dissipation by fuse

Complementario

Normas	CSA C22.2 No 4248-19 UL 4248-19 EN/IEC 60269-2 CSA C22.2 No 4248-1 UL 4248-1
Certificaciones de producto	Certificación UL IEC EAC CCC CSA
Soporte de montaje	Carril DIN simétrico de 35 mm
Posición de montaje	Vertical (tolerancia: +/- 23°)
Conexiones - terminales	Bornas tornillo 1 cable(s) 1...16 mm ² rígido Bornas tornillo 2 cable(s) 1...6 mm ² rígido Bornas tornillo 1 cable(s) 1...16 mm ² Flexible with or without Bornas tornillo 2 cable(s) 1...6 mm ² Flexible with or without
Par de apriete	2 N.m - con destornillador PZ2

	2 N.m - con destornillador plano 5,5 mm Ø
Altura	79,5 mm
Anchura	17,5 mm
Profundidad	61 mm
Peso del producto	0,042 kg
Cantidad por juego	Juego de 12

Entorno

Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...70 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-40...70 °C with derating above 20°C
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m sin reducción de la potencia nominal
Grado de protección IP	IP20
Grado de contaminación	3
Resistencia al fuego	960 °C acorde a IEC 60695-2-1
Código de compatibilidad	DF10

Unidades de embalaje

Peso del paquete 1	0,063 kg
Paquete 1 Altura	0,885 dm
Paquete 1 ancho	0,175 dm
Paquete 1 Longitud	0,645 dm

Sostenibilidad de la oferta

Conforme con REACh sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

Características

DF221

TeSysS porta-fusível 1P 125A - tamanho fusível 22 x 58 mm



Principal

Gama	TeSys
Nombre del producto	TeSys DF
Tipo de producto o componente	Portafusible
Nombre corto del dispositivo	DF22
Compatibilidad del producto	DF2FA fuse cartridge DF2FN fuse cartridge
Número de polos	1P
Tamaño de fusible	22 x 58 mm
Tipo de fusible	, gG , aM
Tipo de control	Maneta
[Ue] Tensión nominal de empleo	690 V CA 690 V CC
[Ie] Corriente nominal de empleo	125 A
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	690 V CA
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV
Corriente nominal de resistencia máxima [Ipk]	19 kA con enlaces tubulares acorde a IEC 60269-1
Resistencia a cortocircuitos	120 kA 400 V acorde a IEC 60947-3 120 kA 500 V acorde a IEC 60947-3 80 kA 690 V acorde a IEC 60947-3

Complementario

Normas	EN/IEC 60947-3 EN/IEC 60269-2 UL 4248-1 CSA C22.2 No 4248-1
Certificaciones de producto	IEC Certificación UL CSA EAC
Soporte de montaje	Carril DIN simétrico de 35 mm
Posición de montaje	Vertical (tolerancia: +/- 23°)
Conexiones - terminales	Bornas tornillo 1 cable(s) 2,5...35 mm ² rígido Bornas tornillo 2 cable(s) 2,5...25 mm ² rígido Bornas tornillo 1 cable(s) 2,5...35 mm ² Flexible with or without

Bornas tornillo 2 cable(s) 2,5...25 mm²Flexible with or without

Par de apriete	4 N.m
Altura	127,5 mm
Anchura	35 mm
Profundidad	76,5 mm
Peso del producto	0,218 kg
Cantidad por juego	Set de 6

Entorno

Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...80 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-20...60 °C with derating above 20°C
Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529
Tratamiento de protección	TH
Resistencia al fuego	960 °C acorde a IEC 60695-2-1
Código de compatibilidad	DF22

Unidades de embalaje

Peso del paquete 1	0,193 kg
Paquete 1 Altura	1,275 dm
Paquete 1 ancho	0,350 dm
Paquete 1 Longitud	0,770 dm

Sostenibilidad de la oferta

Conforme con REACh sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA

Libros y documentos consultados:

- Gestión del montaje de instalaciones solares fotovoltaicas – Vicente Mascarós – Ed. Paraninfo.
- Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas – Julián Cantos – Ed. Paraninfo.
- Sistemas de energías renovables – Jorge P. Díaz – Ed. Paraninfo.
- Apuntes del Ciclo Superior de “Energías Renovables”
- Convertidores electrónicos: Energía solar fotovoltaica, aplicaciones y diseño – Fco. J. Gimeno, Salvador Seguí, Salvador Orts – Ed. Universidad Politécnica de Valencia.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. IDAE 2015
- Normas UNE
- Reales Decretos
- Página web del IVACE

Apuntes del Grado de Ingeniería Eléctrica:

- Apuntes de la asignatura “Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión”
- Apuntes de la asignatura “Oficina Técnica”
- Apuntes de la asignatura “Energías Renovables”
- Apuntes de la asignatura “Electrificación Urbanística”

Programas utilizados:

- Microsoft Office (Word y Excel)
- AutoCAD
- SIScet
- Google Earth
- Página web del Catastro

Enlaces proveedores:

- <https://autosolar.es>
- <https://www.se.com/es/es/>
- www.ecobadajoz.es
- www.ilumitec.es
- www.electricidad.tienda
- www.merkasol.com
- mundoriego.es
- www.leroymerlin.es
- www.amazon.es
- es.rs-online.com