

## A - MEMORIA

Autor del proyecto: José Carlos de Prado Berrocal  
Colegio profesional: Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid  
Núm. de colegiado: Colegiado 9331  
Firmado:

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>OBJETO DE LAS OBRAS .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>NECESIDADES A SATISFACER.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>CÓDIGOS, REGLAMENTOS Y NORMAS DE APLICACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS OBRAS .....</b>	<b>12</b>
6.1	ACTIVIDADES A REALIZAR .....	13
6.1.1	ACTIVIDAD 1: ACTIVIDADES PREVIAS .....	13
6.1.2	ACTIVIDAD 2: REALIZACIÓN DE LA OBRA CIVIL.....	14
6.1.3	ACTIVIDAD 3: INSTALACIÓN DEL VALLADO .....	15
6.1.4	ACTIVIDAD 4: MONTAJE DE ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS PANELES.....	15
6.1.5	ACTIVIDAD 5: INSTALACIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS .....	16
6.1.6	ACTIVIDAD 6: INSTALACIÓN DEL INVERSOR .....	16
6.1.7	ACTIVIDAD 7: INSTALACIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS .....	17
6.1.8	ACTIVIDAD 8: TENDIDO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS .....	19
6.1.9	ACTIVIDAD 9: ACTIVIDADES FINALES.....	20
<b>7</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES POR NIVEL DE GARANTÍA DE CALIDAD .</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>OTROS FACTORES A TENER EN CUENTA .....</b>	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA .....</b>	<b>24</b>

## **LISTA DE ACRÓNIMOS**

A	Amperios
AELEC	Asociación de Empresas de Energía Eléctrica
AGPD	Almacén de Grandes Piezas Desclasificables
BT	Baja Tensión
CA	Corriente Alterna
CC	Corriente Continua
CGMP	Cuadro General de Mando y Protección
CNSMG	Central Nuclear de Santa María de Garoña
CTE	Código Técnico de la Edificación
DPS	Protección Contra Sobretensiones Transitorias
ED	Edificio de Desclasificación
EN	Normas Europeas
FV	Fotovoltaica
IFV	Instalación Fotovoltaica
IK	Protección Contra Impactos
Imax	Intensidad Máxima
IP	Protección de Ingreso (Ingress Protection)
Iscpv	Intensidad de Cortocircuito Fotovoltaica
ITC	Instrucción Técnica Complementaria
LOE	Ley de Ordenación de la Edificación
MPPT	Maximum Power Point Tracking (Seguimiento del Punto de Máxima Potencia)
RCMU	Unidad de Seguimiento de la Corriente Residual Integrada
REBT	Reglamento electrotécnico de baja tensión
SAT	Solicitudes de Autorización de Trabajo
UNE	Una Norma Española
V	Voltios
VCC	Tensión de Corriente Continua
VCA	Tensión de Corriente Alterna

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 6-1: Número de paneles por “String” ..... 12

Tabla 6-2: Características (STC) del panel solar propuesto..... 16

Tabla 6-3: Características del inversor fotovoltaico propuesto ..... 16

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Imagen de la solución adoptada .....	12
Figura 2: Distribución de strings .....	13
Figura 3: Detalle de conexionado de un string (10 módulos) .....	13
Figura 4: Detalle de la Zanja Eléctrica .....	14
Figura 5: Estructura de soportación .....	15

## 1 INTRODUCCIÓN

La Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A. S.M.E. (Enresa) es la entidad del sector público estatal encargada de la gestión de los residuos radiactivos y del desmantelamiento y clausura de las centrales nucleares. Según dispone el artículo 38 bis de la Ley 25/1964, de 29 de abril, de Energía Nuclear, estas actividades constituyen un servicio público esencial reservado al Estado al amparo del artículo 128.2 de la Constitución.

Para llevarlas a cabo Enresa ejerce las funciones establecidas en el artículo 9 del Real Decreto 102/2014, de 21 de febrero, para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y los residuos radiactivos, conforme al Plan General de Residuos Radiactivos aprobado por el Gobierno.

La Central Nuclear Santa María de Garoña (CNSMG) se encuentra en fase de desmantelamiento y clausura. El 17 de julio de 2023 se emite la Orden Ministerial por la que se autoriza la transferencia de titularidad de la central nuclear Santa María de Garoña, de la empresa Nuclenor, SA, a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, SA, S.M.E., y se autoriza la fase 1 del desmantelamiento de esta central.

Como titular de la instalación nuclear, Enresa es la promotora de las obras objeto de este proyecto, que ha sido redactado por la empresa UTE Ingeniería Desmantelamiento CNSMG 2024 en el marco del contrato de Servicios de Ingeniería del Desmantelamiento de la Central Nuclear de Santa María de Garoña (expte. n° CO-TA-23-008) formalizado entre ambas sociedades.

Las obras están calificadas como obras públicas de interés general, en cumplimiento de la disposición final novena de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, por lo que no están sujetas a licencia municipal de obras.

## 2 OBJETO DE LAS OBRAS

El objeto de las obras descritas en este proyecto es dotar al Almacén de Grandes Piezas Desclasificables (AGPD) de CNSMG y a su Edificio de Desclasificación (ED) anexo de un sistema de generación eléctrica procedente de fuentes renovables.

Por sus características y la naturaleza del sistema de generación eléctrica a partir de fuentes renovables seleccionado para el AGPD/ED y, conforme lo establecido en el CTE, no resulta necesaria la realización de un estudio geotécnico.

El CTE, en su Parte I Artículo 2 (Ámbito de Aplicación), indica:

- El CTE será de aplicación, en los términos establecidos en la LOE y con las limitaciones que en el mismo se determinan, a las edificaciones públicas y privadas cuyos proyectos precisen disponer de la correspondiente licencia o autorización legalmente exigible.
- El CTE se aplicará a las obras de edificación de nueva construcción, excepto a aquellas construcciones de sencillez técnica y de escasa entidad constructiva, que no tengan carácter residencial o público, ya sea de forma eventual o permanente, que se desarrollen en una sola planta y no afecten a la seguridad de las personas.

Se considera que el presente proyecto cumple con lo indicado en este último punto.

### 3 NECESIDADES A SATISFACER

Estas actuaciones se realizan para satisfacer el requisito establecido en el apartado 4.2.5 del Informe de Supervisión del Proyecto de Construcción del Almacén de Grandes Piezas Desclasificables y Edificio de Desclasificación en la CNSMG (código Tragsatec: 3052800-08).



## 4 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada es viable desde el punto de vista técnico y cumple con los requisitos de diseño y exigencias reglamentarias establecidos en la sección HE 5 del Documento Básico (DB) HE “Ahorro de Energía” del CTE.

## 5 CÓDIGOS, REGLAMENTOS Y NORMAS DE APLICACIÓN

En todas las actividades de este proyecto serán de aplicación la normativa y los documentos de Enresa vigentes en el momento del comienzo de los trabajos.

En materia de Plan de Prevención de Riesgos Laborables y Plan de Emergencia, el contratista se atenderá a los documentos pertinentes de Enresa.

En lo referente a establecer los requisitos de Garantía de Calidad del proyecto, se ha realizado de acuerdo con el documento "Especificación para la clasificación en niveles de calidad. Requisitos de calidad", 000-ES-EN-0006 rev. 2 de Enresa.

Se cumplirán además todas las Normas y Procedimientos relacionados con las materias indicadas, así como cualquier otra disposición de rango nacional, autonómico o local que sea aplicable en la instalación, como los citados más abajo. La aceptación por parte del contratista de las condiciones y requisitos incluidos en estos documentos, no le exime de su responsabilidad en cuanto a la calidad y garantía de los trabajos realizados.

Asimismo, se deberá contar con los adecuados permisos legales y autorizaciones necesarias para la realización de los trabajos, que serán por cuenta del contratista.

Para aquellos elementos que no estén definidos en los reglamentos y normas que se citan en este proyecto, el contratista utilizará las normas de uso general que estime oportuno, citándolas de manera expresa y detallada.

Las ediciones aplicables de estas normas serán las últimas publicadas, incluidas las modificaciones correspondientes, en la fecha de adjudicación del contrato. Los Reales Decretos mencionados se aplican en su última actualización publicada en la Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.

### Obra Civil

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74, de 28 de marzo de 2006).

### Máquinas

- 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. BOE núm. 188, de 7 de agosto de 1997.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas de comercialización y puesta en servicio de las máquinas. BOE núm. 246, de 11 de octubre de 2008.
- Normas UNE AEN/CTN comité 58 (FEM/AEN) maquinaria de elevación y transporte.

- UNE-EN ISO 12100 (2012) “Seguridad en las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción de riesgo”.
- UNE-EN 14492-2 (2020) Grúas, cabrestantes y polipastos motorizados. Parte 2: Polipastos motorizados.

## Electricidad

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico (texto consolidado). BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2013, de 27 de diciembre de 2013
- 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. BOE núm. 423, de 10 de octubre de 2015
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de la energía eléctrica. BOE núm. 86, de 6 de abril de 2019
- 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. BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000
- Real Decreto 1699/2011, de 18 noviembre, por el que se regula la conexión a la red de las instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. BOE núm. 295, de 8 de diciembre de 2011
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. BOE núm. 224, de 18 de septiembre de 2002
- Real decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. BOE núm. 139, de 9 de junio de 2014
- Condiciones impuestas por organismos públicos afectados y ordenanzas municipales
- Normas UNE y Recomendaciones AELEC que sean de aplicación

## 6 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS OBRAS

La instalación solar fotovoltaica descrita en el presente documento está dimensionada con un total de 40 paneles de 550 Wp, en total 22 kWp, que evacúan la energía total generada hacia el inversor. Los cálculos para obtener este dimensionamiento se presentan en el Anexo 2 “Cálculos justificativos de la solución adoptada”.

Los paneles fotovoltaicos se instalarán en posición horizontal sobre una estructura prefabricada de hormigón a nivel de suelo, con una inclinación de 30° y 0° de azimut.

La energía generada se distribuirá en baja tensión a través de un inversor de 20 kW de potencia nominal, el cual estará conectado al CGMP del AGPD, en la modalidad de autoconsumo individual sin compensación de excedentes. Se estima que en total la instalación producirá anualmente 27 MWh, según la simulación realizada con el software PVGIS de la Comisión Europea que se incluye en el Anexo 2 “Cálculos justificativos de la solución adoptada”.

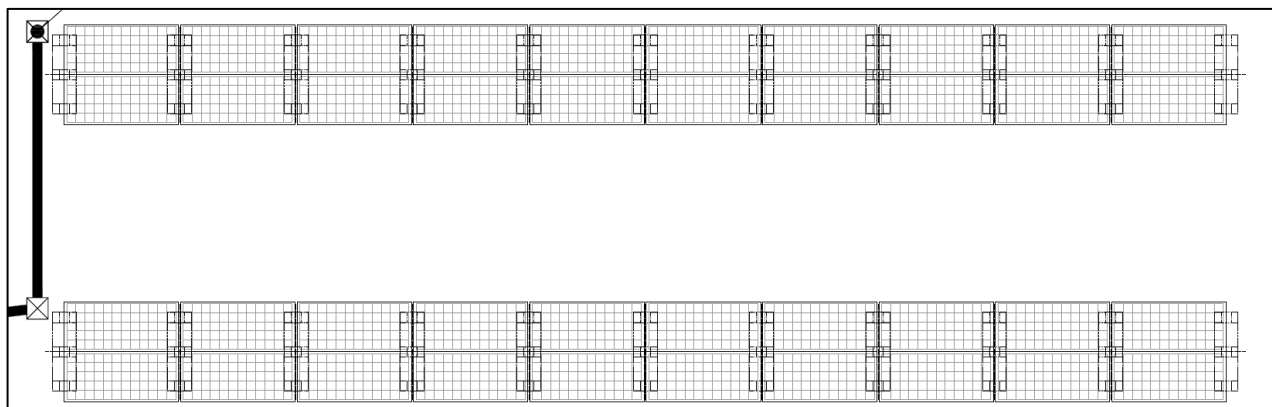


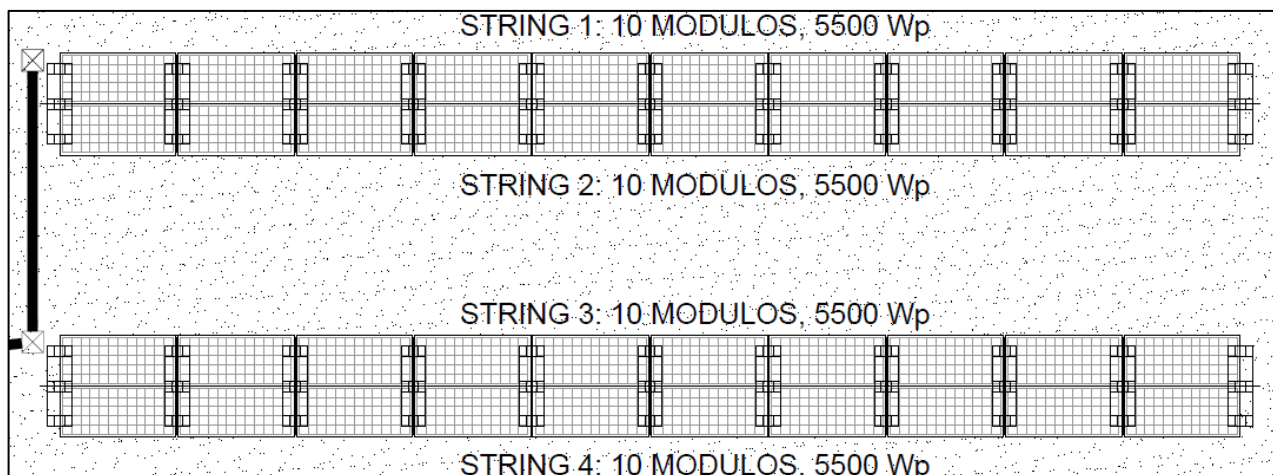
Figura 1: Imagen de la solución adoptada

Los módulos fotovoltaicos se instalarán en las proximidades del nuevo AGPD/ED según se indica en el plano 062-UWII-DW-004-002 incluido en la Separata B de este proyecto. El inversor se ubicará en el interior del ED, en las proximidades del cuadro general de protección.

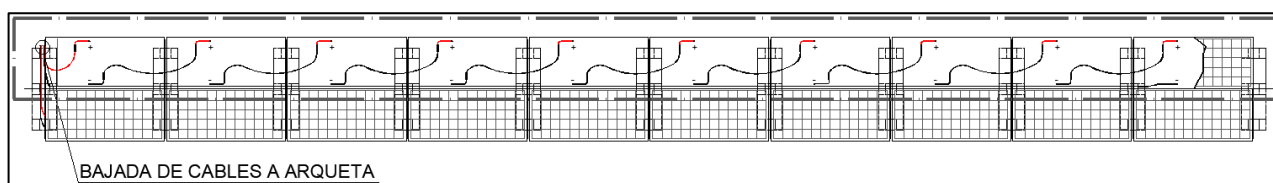
La instalación proyectada está formada por 40 paneles tal y como se muestra en la figura anterior. Estos paneles están agrupados en 4 strings (conexión en serie de paneles solares) de 10 paneles cada uno, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6-1: Número de paneles por “String”

Nº STRING	Nº PANELES	POTENCIA
STRING 1.1	10	5,5 kWp
STRING 1.2	10	5,5 kWp
STRING 2.1	10	5,5 kWp
STRING 2.2	10	5,5 kWp



*Figura 2: Distribución de strings*



*Figura 3: Detalle de conexionado de un string (10 módulos)*

En el Anexo 2 “Cálculos justificativos de la solución adoptada se presentan los cálculos estructurales y eléctricos que justifican la solución adoptada.

En el caso que el contratista opte por otros fabricantes y/o modelos de los módulos fotovoltaicos, inversor y estructura soporte, debe realizar los cálculos que justifiquen y avalen su instalación, previa aceptación por Enresa.

Se describen a continuación las actividades que es necesario acometer para llevar a cabo la construcción y puesta en marcha de la instalación solar fotovoltaica.

## **6.1 ACTIVIDADES A REALIZAR**

### **6.1.1 ACTIVIDAD 1: ACTIVIDADES PREVIAS**

Antes del inicio de cualquier actividad debe llevarse a cabo por el contratista:

- Comprobaciones previas: verificación sobre el terreno de la solución planteada, haciendo especial hincapié en el marcado de los paneles, el recorrido de la zanja, posibles interferencias, conexiones, etc. El contratista entregará a Enresa un informe que justifique que se han realizado estas comprobaciones.

- Entrega y aceptación por ENRESA de la documentación indicada “Antes del inicio de las actividades” en el Artículo 110 de la Separata C “PLIEGO DE CONDICIONES”.

Posteriormente, se realizará el acopio de los equipos y materiales necesarios, así como la obtención de licencias y permisos requeridos por los organismos públicos pertinentes.

El terreno donde se ubicará la instalación solar fotovoltaica tiene una superficie de 312 m<sup>2</sup>. Antes de comenzar la obra se desbrozará y adecuará el terreno mediante zahorra natural compactada para la instalación de los módulos prefabricados de hormigón, sobre los que se instalarán los paneles fotovoltaicos. Asimismo, se adecuará y estabilizará el camino de acceso a la zona de paneles (ver plano en Separata B) mediante mezcla de zahorra natural y cemento Portland CEM I 32,5 N. Este camino tendrá una pendiente del 1% hacia el norte para facilitar su desagüe.

Se deberá además tener en cuenta las interferencias con posibles trabajos que se puedan llevar a cabo por otros contratistas en la zona, debiendo coordinarse con ellos para identificar y minimizar interferencias.

### 6.1.2 ACTIVIDAD 2: REALIZACIÓN DE LA OBRA CIVIL

Para la conexión eléctrica de los módulos fotovoltaicos con el inversor ubicado en el ED, se realizará una zanja de 0,35 m de ancho, 0,90 m de profundidad y una longitud de 20 m aproximadamente. A lo largo de la zanja se instalarán 3 arquetas eléctricas de dimensiones 30 x 30 cm.

Este trabajo se realizará con anterioridad al montaje de la instalación fotovoltaica.

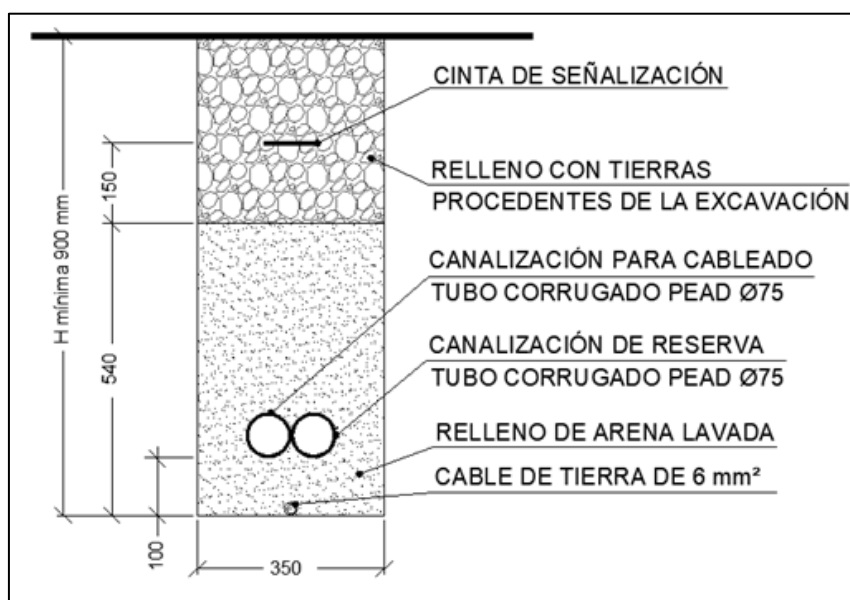


Figura 4: Detalle de la Zanja Eléctrica

### 6.1.3 ACTIVIDAD 3: INSTALACIÓN DEL VALLADO

El vallado a instalar será lo más permeable posible evitando ser un obstáculo a la corriente de agua y a los posibles materiales de arrastres en un evento de avenida. Asimismo, contará con un anclaje lo suficientemente resistente que evite que sea desprendido y arrastrado por las aguas.

Las características del vallado a instalar serán las siguientes:

- Malla metálica de simple torsión de 50 mm de paso de malla y 2,7 mm de diámetro, acabado galvanizado.
- Postes intermedios/iniciales/refuerzos de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1 m de altura, empotrados en dados de hormigón.
- El hormigón a emplear será: HM-20/B/20/X0

A este vallado se dotará en su parte oeste, al final de su camino de acceso, de una puerta metálica de doble hoja de acero galvanizado que permita el acceso de vehículos.

### 6.1.4 ACTIVIDAD 4: MONTAJE DE ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS PANELES

Una vez ejecutadas las actuaciones previas, se realizará el montaje de la estructura de soportación de los paneles solares. Esta estructura será de tipo Solarbloc H-S/18 o similar con una inclinación de 30° tal y como se muestra en la siguiente imagen:



*Figura 5: Estructura de soportación*

### 6.1.5 ACTIVIDAD 5: INSTALACIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

La instalación solar fotovoltaica estará formada por 40 módulos RISEN, Modelo RSM144-9-540M-560M de 550 Wp o similar, con conectores multi-contact MC4. Asimismo, dispondrá de caja de conexiones con protección IP65 y diodos de “by-pass”.

En la siguiente tabla se presentan sus características principales.

Tabla 6-2: Características (STC) del panel solar propuesto

RSM144-9-540M-560M o similar (STC): 1000 W/m <sup>2</sup> , temperatura de celda de 25 °C	
Potencia Nominal (P <sub>max</sub> )	550 Wp
Tensión Nominal (V <sub>mp</sub> )	42,20 V
Intensidad Nominal (I <sub>mp</sub> )	13,04 A
Tensión del Circuito Abierto (V <sub>oc</sub> )	49,8 V
Intensidad de Cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	13,94 A
Rendimiento (eficiencia)	21,3 %
Dimensiones	2279 mm x 1134 mm x 35 mm
Peso	27,8 kg

Los paneles fotovoltaicos se instalarán sobre las estructuras soporte de hormigón siguiendo las indicaciones del fabricante de la estructura.

### 6.1.6 ACTIVIDAD 6: INSTALACIÓN DEL INVERSOR

El inversor es el elemento encargado de convertir la corriente continua (CC) generada, por los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna (CA) de las mismas características de tensión y frecuencia que las de la red eléctrica de distribución a la que se conecta (400/230 VCA y 50 Hz).

Se instalará un inversor de 20 kW Sun2000-20KTL-M5 del fabricante Huawei o similar, con las características técnicas recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 6-3: Características del inversor fotovoltaico propuesto

Inversor Huawei Sun2000-20KTL-M5 o similar	
Parte CC (Entrada)	
Tensión máxima entrada CC (V <sub>max</sub> )	1100 V
Corriente máxima de entrada por MPPT	20 A por string
Tensión de entrada inicial (V <sub>CC</sub> )	200 V
Rango de tensión de entrada en operación	200 ~ 1000 V



Inversor Huawei Sun2000-20KTL-M5 o similar	
Número de MPPT	2
Número de entradas CC	4
Parte CA (Salida)	
Potencia nominal (Pnom)	20 kW
Tensión trifásica de salida (VCA)	400/230 VCA 50 Hz
Corriente de máxima de salida (ImaxCA)	31,9 A

Puesto que la IFV se va a tramitar en modalidad “sin compensación de excedentes”, se hace necesario instalar un equipo antivertido SMART METER del fabricante Huawei o similar, con el objetivo de impedir el vertido de energía a la compañía distribuidora. Este equipo monitoriza continuamente la potencia demandada y su sentido, de manera que cuando detecta que el edificio asociado a la IFV consume menos energía que la generada por la IFV, el equipo SMART METER le envía una orden al inversor para que limite su potencia hasta igualarla con el consumo demandado.

El equipo SMART METER recibe la intensidad desde el secundario de tres transformadores de intensidad toroidales instalados aguas arriba del CGMP del ED. Este equipo a su vez se comunicará con el inversor a través de un cable mediante protocolo de comunicaciones RS485.

El inversor y el equipo SMART METER se instalarán en el Edificio de Desclasificación (ED) próximo al CGMP, según se indica en los planos de este proyecto.

### 6.1.7 ACTIVIDAD 7: INSTALACIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Una vez realizada la obra civil, instalación de estructura y montaje de paneles e inversor, se instalará el cuadro de protecciones DC en las proximidades de los paneles, el nuevo cuadro AC para albergar el equipo SMART METER, la protección AC en el cuadro eléctrico principal de la nueva nave (CGMP) y la puesta a tierra de la instalación.

La instalación tendrá las siguientes protecciones eléctricas:

- Puesta a tierra (ITC-BT-18 y 40 del REBT)
- Protección contra sobreintensidades (sobrecargas) (ITC-BT-22 y 40 del REBT)
- Protección contra sobreintensidades (cortocircuitos) (ITC-BT-22 y 40 del REBT)
- Protección contra sobretensiones (ITC-BT-23 y 40 del REBT)
- Protección contra contactos directos e indirectos (ITC-BT-24 y 40 del REBT)

Cada una de las protecciones mencionadas se muestran en el esquema unifilar del apartado de planos de este proyecto.

Las envolventes del material eléctrico instalado en el exterior deben tener un grado de protección no inferior al IP65 de acuerdo con la norma IEC 60529 y un grado de protección contra el impacto mecánico externo no inferior a IK07 de acuerdo con la norma EN 62262.

#### **6.1.7.1 PROTECCIONES CC**

##### **6.1.7.1.1 Protección para garantizar la seguridad contra contactos eléctricos directos e indirectos**

Las medidas generales para la protección contra contactos eléctricos serán las indicadas en la ITC-BT-24, especialmente la protección por utilización de aislamiento doble o reforzado (apartado 4.2 de la ITC-BT-24), debiendo ser el material eléctrico (incluidos los módulos fotovoltaicos), el sistema de canalización (caja de protecciones y cables) utilizados en la parte CC, de aislamiento de clase II o equivalente.

##### **6.1.7.1.2 Protección para garantizar la seguridad contra incendios causados por equipos eléctricos**

El calor generado por los equipos eléctricos no debe causar daños o efectos perjudiciales a los materiales fijos colindantes o a los materiales que puedan estar próximos a tales equipos. Los equipos eléctricos no deben presentar riesgo de incendio a los materiales colindantes.

Los equipos eléctricos fijos que causan una concentración de calor en su funcionamiento deben estar a una distancia suficiente de cualquier objeto fijo o elementos de construcción, tal que el objeto o elemento, en condiciones normales, no esté sujeto a temperaturas peligrosas.

Excepto donde el cableado esté rodeado de material no combustible, sólo pueden utilizarse sistemas de cableado (cables, conductos, canales y tubos, bandejas por cables y otros sistemas de canalización eléctrica) que sean no propagadoras de la llama.

##### **6.1.7.1.3 Cuadro eléctrico de protecciones CC**

Se dispondrá de un cuadro eléctrico de protecciones de los strings y de la entrada del inversor, de plástico con tapa, con los siguientes elementos de protección (uno por cada string):

- Fusibles 15 A de 1.000 VCC instalados en bases cortacircuitos. Uno por cada polo de cada string.
- La protección contra sobretensiones transitorias (DPS) se garantizará con un dispositivo para derivar sobretensiones transitorias directas del rayo (tipo 1/clase I) e inducidas (tipo 2/clase II) por instalaciones fotovoltaicas, según la norma UNE-EN 61643-31. Serán equipos específicos para uso fotovoltaico, con una tensión máxima de 1500 VCC,  $I_{max} = 40$  kA. No requerirá fusible previo gracias al sistema integrado de desconexión con capacidad de interrupción de 10 kA ( $I_{scpv}$ ).

### **6.1.7.2 PROTECCIONES CA**

#### **6.1.7.2.1 Cuadro eléctrico de dispositivo antivertido**

Se dispondrá de una caja que contendrá el dispositivo antivertido y su protección magnetotérmica 2 x 16A 10kA de poder de corte.

#### **6.1.7.2.2 Intervención en cuadro existente en Edificio de Desclasificación**

Para interconectar la instalación fotovoltaica objeto del proyecto al resto de la instalación se instalarán protecciones magnetotérmicas de 4 polos 40A y un diferencial de 4 polos 40A, 30mA Tipo B.

#### **6.1.7.2.3 Caja para instalación de transformadores de corriente**

Para la correcta lectura de potencia de entrada al cuadro interior de la nave, sobre su acometida, se instalarán transformadores de corriente de 250/5A.

### **6.1.7.3 PUESTA A TIERRA**

El inversor dispondrá de una protección que actúe como vigilante de aislamiento para garantizar el adecuado nivel de aislamiento entre los conductores activos y la tierra para evitar derivaciones que puedan producir tensiones de contacto peligrosas, y un dispositivo de control de corrientes de defecto sensible a la corriente universal (RCMU) que desconectará con un máximo de corriente de defecto de 30 mA, garantizando así la seguridad a las personas.

La función de la toma de tierra es evitar que se generen tensiones peligrosas en las partes de la instalación que entren en tensión, de forma accidental, por algún defecto eléctrico o de origen atmosférico. A la tierra de protección se conectarán las partes metálicas de los módulos fotovoltaicos, las estructuras de soporte, la tierra del chasis del inversor y la puesta a tierra de los dispositivos de protección contra sobretensiones.

Mediante la unión equipotencial se conectarán todos los marcos metálicos de los módulos fotovoltaicos para garantizar la equipotencialidad y la continuidad de la puesta a tierra. Se realizará con un conductor de cobre de 6 mm<sup>2</sup>.

La tierra del inversor se realizará con un conductor de 10 mm<sup>2</sup>.

## **6.1.8 ACTIVIDAD 8: TENDIDO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

### **6.1.8.1 TENDIDO DE CABLES CC**

Para la conexión de la parte de corriente continua de la instalación, el cable utilizado será CABLE SOLAR 1 x 6mm<sup>2</sup> H1Z2Z2-K (AS) 1,8 kV CC – 0,6/1 kV CA, cables flexibles unipolares de tensión 1,8 kV en corriente continua. Se trata de cable específico para instalaciones solares fotovoltaicas, capaz de soportar las extremas condiciones ambientales que se producen en este tipo de instalaciones.

**Características:**

- Designación técnica:  
H1Z2Z2-K & 62930 IEC 131 HALOGEN FREE LOW SMOKE
- Descripción constructiva:  
IEC 62930 y EN 50618 (Construcción y ensayos)
- Tensión nominal a C.C: 1,8 kV Tensión nominal CA - U<sub>o</sub>/U (U<sub>m</sub>): 0,6/1 (1,2) kV
- CONDUCTOR:

Conductor formado por hilos de cobre recocido estañado. Conductor flexible, clase 5 según UNE EN 60228/IEC 60228. Apto para a uso móvil.

- AISLAMIENTO:

Compuesto elastómero reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos según la tabla B.1 del anexo B de la norma EN 50618.

- CUBIERTA EXTERIOR:

Compuesto elastómero reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos según la tabla B.1 del anexo B de la norma EN 50618.

Se utilizarán cables unipolares.

**6.1.8.2 TENDIDO DE CABLES CA**

Los cables utilizados en la instalación objeto del presente proyecto serán de tipo manguera flexible RZ1-K 0,6/1kV - 5G10 mm<sup>2</sup>.

Este cable tiene un amplio campo de aplicación, especialmente indicado en locales de concurrencia pública, instalaciones de edificios, instalaciones industriales y en general, cualquier otra instalación con alto riesgo de incendio.

**6.1.9 ACTIVIDAD 9: ACTIVIDADES FINALES**

Previo a su ejecución, el contratista entregará a Enresa, para su aceptación, un Plan de Pruebas a realizar.

Las pruebas de aceptación de la instalación contendrán, como mínimo:

- Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha de la instalación.
- Prueba de las protecciones de la instalación y de las medidas de seguridad

Una vez finalizadas y aceptadas las pruebas se realizará una inspección visual de los trabajos realizados para detectar posibles deficiencias de montaje, se desmontarán las instalaciones auxiliares de carácter temporal usadas en la obra y se realizará una limpieza general del emplazamiento de la IFV.

El contratista entregará, para aceptación de Enresa, la documentación indicada “Al final de las actividades” en el Artículo 110 de la Separata C “PLIEGO DE CONDICIONES”.

La instalación se legalizará en el Servicio Territorial de Industria. El contratista entregará a Enresa el/los certificado/s que acredite/n que la instalación ha sido legalizada de acuerdo con los requisitos de las autoridades competentes.

## 7 CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES POR NIVEL DE GARANTÍA DE CALIDAD

A continuación, se clasifican las actividades a realizar descritas anteriormente según los requisitos de garantía de calidad a las que están sujetas, de acuerdo con el documento de Enresa, 000-ES-EN-0006 rev. 2 "Especificación para la clasificación en niveles de calidad. Requisitos de calidad".

### - Actividad 1: Actividades previas

- Implantación en obra Nivel III
- Comprobaciones previas Nivel III
- Desbroces, preparación terreno y accesos Nivel IV

### - Actividad 2: Realización de la obra civil

- Ejecución de zanjas, arquetas y cunetas Nivel IV

### - Actividad 3: Instalación del vallado

- Suministro e instalación de vallado, incluyendo puertas Nivel IV

### - Actividad 4: Montaje de estructuras soporte de los paneles

- Suministro e instalación de estructuras de soportación Nivel III

### - Actividad 5: Instalación de los paneles fotovoltaicos

- Suministro e instalación de módulos fotovoltaicos Nivel III

### - Actividad 6: Instalación del inversor

- Suministro e instalación de inversor fotovoltaico Nivel III

### - Actividad 7: Instalación de protecciones eléctricas

Suministro e instalación protecciones de corriente alterna, continua, dispositivo antivertido, intervención en cuadro existente, etc. Nivel III

### Actividad 8: Tendido de conductores eléctricos

- Suministro e instalación de cables y bandejas Nivel III

### Actividad 9: Actividades finales

- Realización de pruebas Nivel III
- Inspección visual y limpieza zona de trabajo Nivel IV

## 8 OTROS FACTORES A TENER EN CUENTA

Durante la realización de los trabajos en planta se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos adicionales:

- Prevención de Riesgos Laborales
- Medio Ambiente
- Seguridad Física
- Plan de Emergencia Interior
- Garantía de Calidad
- Gestión de Materiales
- Cultura de Seguridad

Los requisitos específicos relativos a estos factores se definen en detalle en la Separata C “PLIEGO DE CONDICIONES”.

## 9 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

La ejecución de la obra comprendida en este Proyecto supone la ejecución de una obra completa en el sentido exigido por el art. 13.3 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público y art. 125 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, ya que será susceptible de ser entregada al uso general o servicios correspondiente, sin perjuicio de las posteriores ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, y comprenderá todos y cada uno de los aspectos que serán precisos para su utilización.



## **A – MEMORIA**

### **ANEJO 1 – JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

**ÍNDICE**

**1 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS..... 4**

1.1 INTRODUCCIÓN.....4

1.2 REDONDEOS .....4

1.3 COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS .....5

**2 COSTES DIRECTOS ..... 6**

2.1 MATERIALES.....6

2.2 EQUIPO Y MAQUINARIA.....9

2.3 MANO DE OBRA.....10

**3 PRECIOS DESCOMPUESTOS ..... 11**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Parámetros base de precios CYPE ..... 4

# 1 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El precio de ejecución material de las unidades de obra que componen el presupuesto del proyecto se obtiene a partir de aplicar a los precios de los materiales, la maquinaria y la mano de obra las mediciones necesarias. La suma de este producto, aumentada con el porcentaje de costes indirectos, dará el precio de ejecución material de las unidades de obra, que se refleja en el presupuesto.

El cálculo de los costes directos de cada una de las unidades empleadas en el presupuesto tiene su origen en la base de precios del Generador de Precios de CYPE para obras de rehabilitación ubicadas en Burgos a fecha de la redacción de este proyecto.

Figura 1: Parámetros base de precios CYPE

En ciertas ocasiones y si la unidad no se encuentra correctamente definida en la base de precios se ha optado por realizar un estudio comercial que pueda dar un valor del coste lo más aproximado posible.

En el apartado 3 de este documento se presenta el cuadro de precios descompuestos de las diferentes partidas unitarias.

## 1.2 REDONDEOS

Con objeto de facilitar la revisión de las tablas presentes en el presupuesto y en este anexo de justificación de precios, se ha realizado una labor de redondeo al segundo decimal en el resultado de todas las multiplicaciones existentes. Las reglas de redondeo utilizadas son las siguientes:

- Siguiendo decimal al que es objeto de redondeo menor que 5, se deja el dígito precedente.
- Siguiendo decimal al que es objeto de redondeo mayor que 5, se aumenta una unidad el dígito precedente.
- Siguiendo decimal al que es objeto de redondeo es igual a cinco (5), se aumenta una unidad el dígito precedente.

### 1.3 COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS

Se consideran costes directos complementarios:

- Los materiales a los precios resultantes a pie de obra que quedan integrados en la unidad o que sean necesarios para su ejecución.
- La mano de obra con sus pluses, cargos y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, así como los gastos del personal, combustible y energía que tengan lugar por el accionamiento de la maquinaria (aplicado en el punto 4 del descompuesto como un incremento del 2% del coste directo).
- Los gastos de transporte, mano de obra en carga y descarga, pérdidas por mermas, rotura y manipulación.

Se consideran costes indirectos todos aquellos que no son imputables directamente a unidades concretas sino al conjunto de la obra como por ejemplo los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje “k” de los costes directos, igual para todas las unidades de obra.

A la vista de las condiciones de la obra a ejecutar y del programa indicativo del posible desarrollo de los trabajos se estima que este porcentaje k correspondiente a los costes indirectos será igual a:

$$k = 8\%.$$

## 2 COSTES DIRECTOS

### 2.1 MATERIALES

COD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO
mt001	t	Zahorra natural caliza.	10,00 €
mt002	kg	Cemento Portland CEM I 32,5 N, en sacos, según UNE-EN 197-1.	0,11 €
mt003	kg	Ligante diluido en agua, color blanco, a base de acetato de vinilo y éster vinílico de ácido versático, libre de alquifenoles y de amoníaco.	1,75 €
mt004	m <sup>3</sup>	Agua.	1,50 €
mt005	Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 550 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 42,20 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,04 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,8 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13.94 A, eficiencia 21,3%, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2279x1134x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m <sup>2</sup> , resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m <sup>2</sup> , peso 28,47 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.	213,40 €
mt006	Ud	Inversor trifásico (400V), potencia máxima de entrada 20 kW, voltaje de entrada máximo 1100 Vcc, rango de voltaje de entrada de 200 a 1000 Vcc, potencia nominal de salida 20 kW, eficiencia máxima 98,3%, dimensiones 460x176x497 mm, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus.	2777,00 €
mt007	Ud	Soporte para módulo solar fotovoltaico, de hormigón, de 682x507x195 mm, con posibilidad de ajustar el ángulo de inclinación entre 10° y 40°.	46,80 €
mt008	m	Cable eléctrico unipolar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo. Según UNE-EN 50618.	1,95 €
mt009	m	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	17,51 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO
mt010	Ud	Caja de acero inoxidable IP-65.	350,00 €
mt011	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 15 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	5,85 €
mt012	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,48 €
mt013	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias bipolar 1P+N, tipo 2 (onda 8/20 µs), con interruptor automático de final de vida útil, 40 kA y cartucho extraíble, bipolar (1P+N), nivel de protección 1,5 kV, con contacto de señalización, de 72x103,9x75,9 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según IEC 61643-11.	207,18 €
mt014	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	25,98 €
mt015	Ud	Medidor de energía para sistema antivertido para conexión con inversor.	98,00 €
mt016	m	Bandeja de rejilla, de 60x100 mm.	12,79 €
mt017	Ud	Pieza de unión entre tramos de bandeja, de PVC, color gris RAL 7035, de 60 mm de altura, con tornillos con tuerca de PVC.	4,06 €
mt018	Ud	Soporte horizontal, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7035, con tornillos con tuerca de PVC.	8,65 €
mt019	m	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	2,01 €
mt020	m	Cable eléctrico para transmisión de datos TIPO DJYP2VP2-22 para comunicación bus RS485 - MODBUS, de 2x1 mm <sup>2</sup> de sección, apantallado con trenza de cobre estañado (cobertura superior al 60%), y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua. Según UNE 212016 y DIN VDE 0250-812.	2,06 €
mt021	Ud	Transformador de corriente para medida relación 250/5A	25,00 €
mt022	m <sup>3</sup>	Arena con granulometría de 0 a 5 mm de diámetro, limpia.	14,30 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO
mt023	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 75 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE-EN 60529:2018, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 61386-24.	3,60 €
mt024	Ud	Arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 30x30x30 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN.	6,29 €
mt025	Ud	Marco de acero galvanizado y tapa de hormigón armado aligerado, de 39,5x38,5 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN.	15,80 €
mt026	m <sup>3</sup>	Hormigón HM-20/P/20/X0, fabricado en central.	83,57 €
mt027	m <sup>3</sup>	Madera para encofrar, de 26 mm de espesor.	393,34 €
mt028	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,53 €
mt029	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	8,94 €
mt030	Ud	Cartucho de masilla elastómera monocomponente a base de poliuretano, de color gris, de 600 ml, tipo F-25 HM según UNE-EN ISO 11600, de alta adherencia y de endurecimiento rápido, con elevadas propiedades elásticas, resistencia a la intemperie, al envejecimiento y a los rayos UV, apta para estar en contacto con agua potable, dureza Shore A aproximada de 35 y alargamiento en rotura > 600%, según UNE-EN ISO 11600.	6,52 €
mt035	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase B, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1.	1921,96 €
mt036	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 72x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	118,37 €
mt037	Ud	Poste en escuadra de tubo de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1 m.	15,55 €
mt038	Ud	Poste extremo de tubo de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1 m.	13,78 €
mt039	Ud	Poste interior de refuerzo de tubo de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1 m.	11,24 €
mt040	Ud	Poste intermedio de tubo de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1 m.	10,13 €



COD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO
mt041	m <sup>2</sup>	Malla de simple torsión, de 50 mm de paso de malla y 2,7 mm de diámetro, acabado galvanizado.	3,12 €
mt042	Ud	Accesorios para la fijación de la malla de simple torsión a los postes metálicos.	1,25 €
mt043	m <sup>3</sup>	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	85,80 €
mt044	Ud	Puerta cancela constituida por cercos de tubo de acero galvanizado de 40x40x2 mm, bastidor de tubo de acero galvanizado de 40x40x1,5 mm con pletina de 40x4 mm y por malla de simple torsión, de 50 mm de paso de malla y 2,7 mm de diámetro, acabado galvanizado, fijada a los cercos y atirantada.	141,17 €

## 2.2 EQUIPO Y MAQUINARIA

COD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO
mq005	h	Camión cisterna, de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	121,25 €
mq010	h	Camión cisterna, de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	118,90 €
mq003	h	Camión para transporte, de 12 t de carga.	79,69 €
mq001	h	Camión de transporte de 10 t con una capacidad de 8 m <sup>3</sup> y 2 ejes.	58,48 €
mq009	h	Compactador tandem autopropulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura de trabajo 168 cm.	45,92 €
mq011	h	Tractor agrícola, de 37 kW, equipado con rotovalor.	44,24 €
mq002	h	Canon de vertido por entrega de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.	16,48 €
mq008	h	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	10,85 €
mq004	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	10,58 €
mq012	h	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, anchura de trabajo 70 cm.	9,48 €
mq007	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo 70 cm, reversible.	7,30 €
mq006	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	3,92 €

## 2.3 MANO DE OBRA

COD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	29,00 €
mo007	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	29,00 €
mo003	h	Oficial 1ª construcción.	29,00 €
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	29,00 €
mo005	h	Ayudante construcción.	26,00 €
mo002	h	Ayudante electricista.	26,00 €
mo008	h	Peón ordinario construcción.	26,00 €
mo009	h	Ayudante cerrajero.	26,00 €
mo010	h	Ayudante construcción de obra civil.	26,00 €
mo101	h	Responsable Técnico	55,00 €

### 3 PRECIOS DESCOMPUESTOS

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1.1	Ud	<b>Comprobaciones previas</b>			
		Costes asociados a la realización de las comprobaciones previas destinadas a verificar sobre el terreno la modificación planteada.			
		<b>1. Mano de obra</b>			
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	12,00	29,00 €	348,00 €
mo101	Ud	Responsable Técnico	12,00	55,00 €	660,00 €
		<b>Subtotal Mano de obra</b>			<b>1.008,00 €</b>
		<b>2. Material</b>			
		<b>Subtotal Material</b>			<b>0,00 €</b>
		<b>3. Maquinaria</b>			
		<b>Subtotal Maquinaria</b>			<b>0,00 €</b>
		<b>4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)</b>	2 %	1.008,00 €	<b>20,16 €</b>
		<b>5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)</b>	8 %	1.028,16 €	<b>82,25 €</b>
					<b>1.110,41 €</b>
1.2	PA	<b>Realización y entrega de documentación previa</b>			
		Partida alzada de abono íntegro. Incluye la realización de los documentos a entregar antes del inicio de las actividades indicados en el "Pliego de Condiciones"			
		<b>Sin descomposición</b>			
					<b>3.500,00 €</b>
1.3	PA	<b>Implantación en obra.</b>			
		Partida alzada de abono íntegro. Incluye todos los costes asociados al establecimiento y la gestión del alta del contratista y su personal en la central nuclear, incluyendo: instalación de casetas de obra, habilitación de espacios de mecanización y acopios, cursos de acceso, formación específica (no PRL), reconocimientos médicos, etc.			
		<b>Sin descomposición</b>			
					<b>4.500,00 €</b>
1.4	m²	<b>Desbroce y limpieza del terreno.</b>			
		Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.			

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>1. Mano de obra</b>					
mo003	h	Oficial 1ª construcción.	0,01	29,00 €	0,29 €
mo012	h	Peón ordinario construcción.	0,02	26,00 €	0,52 €
<b>Subtotal Mano de obra</b>					<b>0,81 €</b>
<b>2. Material</b>					
<b>Subtotal Material</b>					<b>0,00 €</b>
<b>3. Maquinaria</b>					
mq001	h	Camión de transporte de 10 t con una capacidad de 8 m³ y 2 ejes.	0,02	58,48 €	1,17 €
<b>Subtotal Maquinaria</b>					<b>1,17 €</b>
<b>4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)</b>			2 %	1,98 €	<b>0,04 €</b>
<b>5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)</b>			8 %	2,02 €	<b>0,16 €</b>
					<b>2,18 €</b>

**1.5 m³ Relleno y compactación del terreno.**

Relleno para la mejora de las propiedades resistentes del terreno con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con compactador tandem autopropulsado.

<b>1. Mano de obra</b>					
mo003	h	Oficial 1ª construcción.	0,15	29,00 €	4,35 €
mo012	h	Peón ordinario construcción.	0,30	26,00 €	7,80 €
<b>Subtotal Mano de obra</b>					<b>12,15 €</b>
<b>2. Material</b>					
mt001	t	Zahorra natural caliza.	2,20	10,00 €	22,00 €
<b>Subtotal Material</b>					<b>22,00 €</b>
<b>3. Maquinaria</b>					
mq004	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,10	10,58 €	1,06 €
mq009	h	Compactador tandem autopropulsado, de 63 kW, de 9,65 t, anchura de trabajo 168 cm.	0,10	45,92 €	4,59 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
	mq010	h	Camión cisterna, de 8 m³ de capacidad.	0,01	118,90 €
					1,19 €
			Subtotal Maquinaria		6,84 €
4.		Costes directos complementarios (% de 1+2+3)	2 %	40,99 €	0,82 €
5.		Costes indirectos (% de 1+2+3+4)	8 %	41,81 €	3,34 €
					45,15 €
1.6	m²	Estabilización de caminos y senderos, mediante aporte de mezcla de zahorra y ligante, fabricada en central.			
		Estabilización de caminos y senderos, mediante aporte de una capa superficial de 15 cm de espesor, de mezcla de zahorra natural caliza, cemento Portland CEM I 32,5 N, (con una proporción en volumen del 2% del total de la mezcla), ligante diluido en agua (4 (kg/m³)) y agua, fabricada en central, suministrada a pie de obra con camiones, extendida y nivelada sobre la superficie soporte previamente preparada; compactación con rodillo vibrante de guiado manual y tratamiento superficial del suelo para evitar el levantamiento de polvo, mediante riego con ligante diluido en agua (0,5 kg/m²).			
		1. Mano de obra			
	mo003	h	Oficial 1ª construcción.	0,04	29,00 €
					1,16 €
	mo008	h	Peón ordinario construcción.	0,06	26,00 €
					1,56 €
			Subtotal Mano de obra		2,72 €
		2. Material			
	mt001	t	Zahorra natural caliza.	0,32	10,00 €
					3,20 €
	mt002	kg	Cemento Portland CEM I 32,5 N, en sacos, según UNE-EN 197-1.	12,99	0,11 €
					1,43 €
	mt003	kg	Ligante diluido en agua, color blanco, a base de acetato de vinilo y éster vinílico de ácido versático, libre de alquilfenoles y de amoníaco.	1,10	1,75 €
					1,93 €
	mt004	m³	Agua.	0,02	1,50 €
					0,03 €
			Subtotal Material		6,59 €
		3. Maquinaria			
	mq004	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,04	10,58 €
					0,42 €
	mq005	h	Camión cisterna, de 8 m³ de capacidad.	0,02	121,25 €
					2,42 €
	mq011	h	Tractor agrícola, de 37 kW, equipado con rotovalor.	0,04	44,24 €
					1,76 €
	mq012	h	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, anchura de trabajo 70 cm.	0,04	9,48 €
					0,38 €
			Subtotal Maquinaria		4,98 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
		<b>4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)</b>	2 %	14,29 €	<b>0,29 €</b>
		<b>5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)</b>	8 %	14,58 €	<b>1,17 €</b>
					<b>15,75 €</b>

## 2.1 m Zanja eléctrica para acometida interior de instalación fotovoltaica.

Zanja eléctrica 350 mm de ancho y 900 mm de profundidad para acometida interior de instalación fotovoltaica: Constando de dos tubos protectores de polietileno de doble pared, de 75 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Incluso hilo guía. Totalmente montada, conexcionada y probada.

### 1. Mano de obra

mo001	h	Oficial 1ª electricista.	0,10	29,00 €	2,90 €
mo002	h	Ayudante electricista.	0,10	26,00 €	2,60 €
mo003	h	Oficial 1ª construcción.	0,08	29,00 €	2,32 €
mo004	h	Peón ordinario construcción.	0,08	26,00 €	2,08 €
<b>Subtotal Mano de obra</b>					<b>9,90 €</b>

### 2. Material

mt012	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	0,20	1,48 €	0,30 €
mt022	m³	Arena con granulometría de 0 a 5 mm de diámetro, limpia.	0,09	14,30 €	1,29 €
mt023	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 75 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 61386-24.	2,00	3,60 €	7,20 €
<b>Subtotal Material</b>					<b>8,79 €</b>

### 3. Maquinaria

mq004	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,01	10,58 €	0,11 €
mq005	h	Camión cisterna, de 8 m³ de capacidad.	0,06	121,25 €	7,28 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
	mq006	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0,07	3,92 €	0,27 €
Subtotal Maquinaria					7,66 €	
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	26,35 €	0,53 €	
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	26,88 €	2,15 €	
					29,03 €	

2.2 Ud Arqueta de conexión eléctrica.

Arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 30x30x30 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN, con marco de acero galvanizado y tapa de hormigón armado aligerado, de 39,5x38,5 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN.

1. Mano de obra

mo003	h	Oficial 1ª construcción.	1,00	29,00 €	29,00 €
mo005	h	Ayudante construcción.	0,80	38,00 €	30,40 €
Subtotal Mano de obra					59,40 €

2. Material

mt024	Ud	Arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 30x30x30 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN.	1,00	6,29 €	6,29 €
mt025	Ud	Marco de acero galvanizado y tapa de hormigón armado aligerado, de 39,5x38,5 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN.	1,00	15,80 €	15,80 €
Subtotal Material					22,09 €

3. Maquinaria

Subtotal Maquinaria					0,00 €
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	81,49 €	1,63 €
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	83,12 €	6,65 €
					89,77 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>2.3</b>	<b>m</b>	<b>Cuneta revestida de hormigón.</b>			
Formación de cuneta de sección triangular de 100 cm de anchura y 50 cm de profundidad, revestida con una capa de hormigón en masa HM-20/P/20/X0 de 10 cm de espesor. Incluso preparación de la superficie de apoyo del hormigón, aserrado de las juntas de retracción, con medios mecánicos, con una profundidad de 5 mm y posterior sellado con masilla de poliuretano. Sin incluir la preparación de la capa base existente.					
<b>1. Mano de obra</b>					
mo007	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	1,00	29,00 €	29,00 €
mo010	h	Ayudante construcción de obra civil.	0,80	26,00 €	20,80 €
<b>Subtotal Mano de obra</b>					<b>49,80 €</b>
<b>2. Material</b>					
mt026	m <sup>3</sup>	Hormigón HM-20/P/20/X0, fabricado en central.	0,18	83,57 €	15,04 €
mt027	m <sup>3</sup>	Madera para encofrar, de 26 mm de espesor.	0,01	393,34 €	3,93 €
mt028	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,03	1,53 €	0,05 €
mt029	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,01	8,94 €	0,09 €
mt030	Ud	Cartucho de masilla elastómera monocomponente a base de poliuretano, de color gris, de 600 ml, tipo F-25 HM según UNE-EN ISO 11600, de alta adherencia y de endurecimiento rápido, con elevadas propiedades elásticas, resistencia a la intemperie, al envejecimiento y a los rayos UV, apta para estar en contacto con agua potable, dureza Shore A aproximada de 35 y alargamiento en rotura > 600%, según UNE-EN ISO 11600.	0,36	6,52 €	2,35 €
<b>Subtotal Material</b>					<b>21,46 €</b>
<b>3. Maquinaria</b>					
mq007	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo 70 cm, reversible.	0,44	7,30 €	3,21 €
mq008	h	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	0,01	10,85 €	0,11 €
<b>Subtotal Maquinaria</b>					<b>3,32 €</b>
<b>4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)</b>			2 %	74,58 €	<b>1,49 €</b>
<b>5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)</b>			8 %	76,07 €	<b>6,09 €</b>
					<b>82,16 €</b>



COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
3.1	m	Vallado de parcela, de malla de simple torsión.			
Vallado de parcela formado por malla de simple torsión, de 50 mm de paso de malla y 2,7 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 1 m de altura, empotrados en dados de hormigón, en pozos excavados en el terreno. Incluso accesorios para la fijación de la malla de simple torsión a los postes metálicos.					
1. Mano de obra					
mo009	h	Ayudante cerrajero.	0,10	26,00 €	2,60 €
mo010	h	Ayudante construcción de obra civil.	0,11	26,00 €	2,86 €
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	0,10	29,00 €	2,90 €
Subtotal Mano de obra					8,36 €
2. Material					
mt037	Ud	Poste en escuadra de tubo de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1 m.	0,20	15,55 €	3,11 €
mt038	Ud	Poste extremo de tubo de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1 m.	0,04	13,78 €	0,55 €
mt039	Ud	Poste interior de refuerzo de tubo de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1 m.	0,06	11,24 €	0,67 €
mt040	Ud	Poste intermedio de tubo de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1 m.	0,22	10,13 €	2,23 €
mt041	m²	Malla de simple torsión, de 50 mm de paso de malla y 2,7 mm de diámetro, acabado galvanizado.	1,20	3,12 €	3,74 €
mt042	Ud	Accesorios para la fijación de la malla de simple torsión a los postes metálicos.	1,00	1,25 €	1,25 €
mt043	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	0,02	85,80 €	1,72 €
Subtotal Material					13,27 €
3. Maquinaria					
Subtotal Maquinaria					0,00 €
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	21,63 €	0,43 €
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	22,06 €	1,76 €
					23,82 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>3.2</b>	<b>Ud</b>	<b>Puerta cancela en vallado de parcela de malla metálica.</b>			
<p>Puerta cancela constituida por cercos de tubo de acero galvanizado de 40x20x2, bastidor de tubo de acero galvanizado de 40x40x1,5 mm con pletina de 40x4 mm y por malla de simple torsión, de 50 mm de paso de malla y 2,7 mm de diámetro, acabado galvanizado, fijada a los cercos y atirantada, para acceso de vehículos en vallado de parcela de malla metálica. Incluso postes de refuerzo, hormigón HM-20/B/20/X0 para recibido de los postes y accesorios de fijación y montaje.</p>					
<b>1. Mano de obra</b>					
mo007	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	0,22	29,00 €	6,38 €
mo009	h	Ayudante cerrajero.	0,76	26,00 €	19,76 €
mo010	h	Ayudante construcción de obra civil.	0,22	26,00 €	5,72 €
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	0,76	29,00 €	22,04 €
<b>Subtotal Mano de obra</b>					<b>53,90 €</b>
<b>2. Material</b>					
mt039	Ud	Poste interior de refuerzo de tubo de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, altura 1 m.	2,00	11,24 €	22,48 €
mt043	m³	Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.	0,10	85,80 €	8,58 €
mt044	Ud	Puerta cancela constituida por cercos de tubo de acero galvanizado de 40x40x2 mm, bastidor de tubo de acero galvanizado de 40x40x1,5 mm con pletina de 40x4 mm y por malla de simple torsión, de 50 mm de paso de malla y 2,7 mm de diámetro, acabado galvanizado, fijada a los cercos y atirantada.	1,00	141,17 €	141,17 €
<b>Subtotal Material</b>					<b>172,23 €</b>
<b>3. Maquinaria</b>					
<b>Subtotal Maquinaria</b>					<b>0,00 €</b>
<b>4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)</b>			2 %	226,13 €	<b>4,52 €</b>
<b>5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)</b>			8 %	230,65 €	<b>18,45 €</b>
					<b>249,10 €</b>
<b>4.1</b>	<b>Ud</b>	<b>Soporte para módulo solar fotovoltaico.</b>			

Suministro e instalación de soporte para módulo solar fotovoltaico, de hormigón, Soporte SOLARBLOC H-S/18 o similar.

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>1. Mano de obra</b>					
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	0,50	29,00 €	14,50 €
mo002	h	Ayudante electricista.	0,50	26,00 €	13,00 €
<b>Subtotal Mano de obra</b>					<b>27,50 €</b>
<b>2. Material</b>					
mt007	Ud	Soporte para módulo solar fotovoltaico, de hormigón, de 682x507x195 mm, con posibilidad de ajustar el ángulo de inclinación entre 10° y 40°.	1,00	46,80 €	46,80 €
<b>Subtotal Material</b>					<b>46,80 €</b>
<b>3. Maquinaria</b>					
mq003	h	Camión para transporte, de 12 t de carga.	0,50	79,69 €	39,85 €
<b>Subtotal Maquinaria</b>					<b>39,85 €</b>
<b>4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)</b>			2 %	114,15 €	<b>2,28 €</b>
<b>5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)</b>			8 %	116,43 €	<b>9,31 €</b>
					<b>125,74 €</b>

**5.1 Ud Módulo solar fotovoltaico.**

Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 550 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 42,20 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,04 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,8 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,94 A, eficiencia 21,3%, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones aproximadas 2280x1140x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 28,47 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.

**1. Mano de obra**

mo001	h	Oficial 1ª electricista.	0,48	29,00 €	13,92 €
mo002	h	Ayudante electricista.	0,48	26,00 €	12,48 €
<b>Subtotal Mano de obra</b>					<b>26,40 €</b>

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
2. Material					
mt005	Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 550 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 42,20 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,04 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,8 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13.94 A, eficiencia 21,3%, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2279x1134x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 28,47 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.	1,00	185,00 €	185,00 €
Subtotal Material					185,00 €
3. Maquinaria					
Subtotal Maquinaria					0,00 €
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	211,40 €	4,23 €
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	215,63 €	17,25 €
					232,88 €
6.1	Ud	Inversor fotovoltaico.			
Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 25 kW, voltaje de entrada máximo 1100 Vcc, rango de voltaje de entrada de 200 a 1000 Vcc, potencia nominal de salida 20 kW, eficiencia máxima 98,3%, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.					
1. Mano de obra					
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	0,65	29,00 €	18,85 €
mo002	h	Ayudante electricista.	0,65	26,00 €	16,90 €
Subtotal Mano de obra					35,75 €
2. Material					
mt006	Ud	Inversor trifásico (400V), potencia máxima de entrada 20 kW, voltaje de entrada máximo 1100 Vcc, rango de voltaje de entrada de 200 a 1000 Vcc, potencia nominal de salida 20 kW, eficiencia máxima 98,3%, dimensiones 460x176x497 mm, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus.	1,00	2.777,00 €	2.777,00 €
Subtotal Material					2.777,00 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
3. Maquinaria					
			Subtotal Maquinaria		0,00 €
4.	Costes directos complementarios (% de 1+2+3)		2 %	2.812,75 €	56,26 €
5.	Costes indirectos (% de 1+2+3+4)		8 %	2.869,01 €	229,52 €
					3.098,53 €
7.1	Ud	Caja de Corriente Continua.			
Suministro e instalación caja para protecciones de corriente continua, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas de 8 bases + 4 de reserva para colocar fusibles de intensidad máxima 15 A, 4 descargadores de sobretensiones bipolares 2P tipo transitorias (DPS) tipo 1/clase I, e inducidas tipo 2/clase II, uso exclusivo para instalaciones fotovoltaicas, con una tensión máxima de 1500Vdc, y una intensidad máxima de 40kA. La caja estará formada por una envolvente de acero inoxidable con grado de protección IP65, dispondrá de cerradura de doble paleta. Incluso fusibles, descargadores y elementos de fijación y conexión con la conducción enterrada de puesta a tierra. Totalmente montada, conexionada y probada. Dispondrá de tejadillo para evitar entrada de agua de lluvia.					
1. Mano de obra					
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	7,25	29,00 €	210,25 €
mo002	h	Ayudante electricista.	7,25	26,00 €	188,50 €
			Subtotal Mano de obra		398,75 €
2. Material					
mt010	Ud	Caja de acero inoxidable IP-65.	1,00	350,00 €	350,00 €
mt011	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 15 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	8,00	5,85 €	46,80 €
mt012	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	15,00	1,48 €	22,20 €
mt013	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias bipolar 1P+N, tipo 2 (onda 8/20 µs), con interruptor automático de final de vida útil, 40 kA y cartucho extraíble, bipolar (1P+N), nivel de protección 1,5 kV, con contacto de señalización, de 72x103,9x75,9 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según IEC 61643-11.	4,00	207,18 €	828,72 €
			Subtotal Material		1.247,72 €
3. Maquinaria					
			Subtotal Maquinaria		0,00 €
4.	Costes directos complementarios (% de 1+2+3)		2 %	1.646,47 €	32,93 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	1.679,40 €	134,35 €
					1.813,75 €
7.2	Ud	Caja de Corriente Alterna de dispositivo antivertido.			
Suministro e instalación de cuadro de corriente alterna para albergar dispositivo antivertido, incluyendo el propio dispositivo antivertido, protección 2P 16A de 10kA poder de corte y todo el material auxiliar eléctrico necesario.					
1. Mano de obra					
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	3,00	29,00 €	87,00 €
mo002	h	Ayudante electricista.	3,00	26,00 €	78,00 €
Subtotal Mano de obra					165,00 €
2. Material					
mt010	Ud	Caja de acero inoxidable IP-65.	1,00	350,00 €	350,00 €
mt012	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	15,00	1,48 €	22,20 €
mt014	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	1,00	25,98 €	25,98 €
mt015	Ud	Medidor de energía	1,00	98,00 €	98,00 €
Subtotal Material					496,18 €
3. Maquinaria					
Subtotal Maquinaria					0,00 €
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	661,18 €	13,22 €
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	674,40 €	53,95 €
					728,35 €

**7.3 Ud Caja para instalación de transformadores de corriente**

Suministro y colocación de caja de acero inoxidable IP-65 con espacio suficiente para albergar 3 transformadores de corriente 250/5A. Instalada según esquema. Se incluye material auxiliar: prensaestopas, bornes y elementos de fijación.

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>1. Mano de obra</b>					
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	5,00	29,00 €	145,00 €
<b>Subtotal Mano de obra</b>					<b>145,00 €</b>
<b>2. Material</b>					
mt010	Ud	Caja de acero inoxidable IP-65.	1,00	350,00 €	350,00 €
mt012	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	15,00	1,48 €	22,20 €
mt021	Ud	Transformador de corriente relación 250/5A	3,00	25,00 €	75,00 €
<b>Subtotal Material</b>					<b>447,20 €</b>
<b>3. Maquinaria</b>					
<b>Subtotal Maquinaria</b>					<b>0,00 €</b>
<b>4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)</b>			2 %	592,20 €	<b>11,84 €</b>
<b>5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)</b>			8 %	604,04 €	<b>48,32 €</b>
					<b>652,36 €</b>

7.4 Ud Intervención en cuadro existente en Edificio de Desclasificación

Intervención en cuadro general interior de planta (instalado por otros). Colocación de interruptor diferencial tipo B 4P 40A 30 mA de sensibilidad e interruptor magnetotérmico de 4P 40A 10kA poder de corte y su conexión a pletina distribuidora, así como su conexionado a cableado de campo. Colocación según esquemas.

<b>1. Mano de obra</b>					
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	2,00	29,00 €	58,00 €
mo002	h	Ayudante electricista.	2,00	26,00 €	52,00 €
<b>Subtotal Mano de obra</b>					<b>110,00 €</b>
<b>2. Material</b>					
mt012	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	15,00	1,48 €	22,20 €
mt035	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase B, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1.	1,00	1.921,96 €	1.921,96 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
	mt036	Ud	Interrupor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 72x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	1,00	118,37 €	118,37 €
Subtotal Material					2.062,53 €	
3. Maquinaria						
Subtotal Maquinaria					0,00 €	
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	2.172,53 €	43,45 €	
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	2.215,98 €	177,28 €	
					2.393,26 €	
7.5	Ud	Cableado para Dispositivo Antivertido.				
Cableado para dispositivo Antivertido: cable de alimentación 2.5 mm², conexionado de cables de 2.5 mm² entre transformadores de corriente, bornes seccionables para TIs y centralita y cables de conexión RS458 hasta inversor para gestión de la energía. Totalmente instalado y funcionando.						
1. Mano de obra						
	mo001	h	Oficial 1ª electricista.	6,00	29,00 €	174,00 €
	mo002	h	Ayudante electricista.	6,00	26,00 €	156,00 €
Subtotal Mano de obra					330,00 €	
2. Material						
	mt019	m	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G2,5 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	5,00	2,01 €	10,05 €
	mt020	m	Cable eléctrico para transmisión de datos TIPO DJYP2VP2-22 para comunicación bus RS485 - MODBUS, de 2x1 mm² de sección, apantallado con trenza de cobre estañado (cobertura superior al 60%), y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos y resistencia a la absorción de agua. Según UNE 212016 y DIN VDE 0250-812.	15,00	2,06 €	30,90 €
Subtotal Material					40,95 €	



COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
3. Maquinaria					
			Subtotal Maquinaria	0,00 €	
4.	Costes directos complementarios (% de 1+2+3)		2 %	370,95 €	7,42 €
5.	Costes indirectos (% de 1+2+3+4)		8 %	378,37 €	30,27 €
					408,64 €
8.1	m	Cable eléctrico para corriente continua solar fotovoltaica.			
Cable eléctrico unipolar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo.					
1. Mano de obra					
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	0,05	29,00 €	1,45 €
mo002	h	Ayudante electricista.	0,05	26,00 €	1,30 €
			Subtotal Mano de obra	2,75 €	
2. Material					
mt008	m	Cable eléctrico unipolar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo. Según UNE-EN 50618.	1,00	1,95 €	1,95 €
			Subtotal Material	1,95 €	
3. Maquinaria					
			Subtotal Maquinaria	0,00 €	
4.	Costes directos complementarios (% de 1+2+3)		2 %	4,70 €	0,09 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	4,79 €	0,38 €
					5,17 €
8.2	m	Cable eléctrico de 0,6/1 kV de tensión nominal.			
Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.					
1. Mano de obra					
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	0,10	29,00 €	2,90 €
mo002	h	Ayudante electricista.	0,10	26,00 €	2,60 €
Subtotal Mano de obra					5,50 €
2. Material					
mt009	m	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	1,00	17,51 €	17,51 €
Subtotal Material					17,51 €
3. Maquinaria					
Subtotal Maquinaria					0,00 €
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	23,01 €	0,46 €
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	23,47 €	1,88 €
					25,35 €
8.3	m	Bandeja para soporte y conducción de cables eléctricos.			
Bandeja de rejilla electrosoldada galvanizada en caliente, de 60x100 mm, con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento, con soportes horizontales cada 1.5 m.					
1. Mano de obra					
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	0,50	29,00 €	14,50 €
mo002	h	Ayudante electricista.	0,30	26,00 €	7,80 €
Subtotal Mano de obra					22,30 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
2. Material					
mt016	m	Bandeja de rejilla, de 60x100 mm.	1,00	12,79 €	12,79 €
mt017	Ud	Pieza de unión entre tramos de bandeja, de PVC, color gris RAL 7035, de 60 mm de altura, con tornillos con tuerca de PVC.	0,67	4,06 €	2,72 €
mt018	Ud	Soporte horizontal, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7035, con tornillos con tuerca de PVC.	0,67	8,65 €	5,80 €
Subtotal Material					21,31 €
3. Maquinaria					
Subtotal Maquinaria					0,00 €
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	43,61 €	0,87 €
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	44,48 €	3,56 €
					48,04 €
9.1	Ud	Realización de pruebas			
Realización y entrega de informe de resultados de:					
a) Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha de la instalación y					
b) Prueba de las protecciones de la instalación y medida de seguridad					
1. Mano de obra					
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	16,00	29,00 €	464,00 €
mo101	Ud	Responsable Técnico	16,00	55,00 €	880,00 €
Subtotal Mano de obra					1.344,00 €
2. Material					
Subtotal Material					0,00 €
3. Maquinaria					
Subtotal Maquinaria					0,00 €
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	1.344,00 €	26,88 €
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	1.370,88 €	109,67 €
					1.480,55 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
9.2	Ud	Inspección y liberación de la zona de trabajo.			
Inspección visual de los trabajos realizados conforme a lo esperado comprobando que se han retirado los residuos vegetales, metálicos, hormigones, etc. generados. Desmontaje de todas las Instalaciones temporales, sistemas, equipos y demás componentes que hayan sido implantados por él y que no vayan a ser de utilidad para el futuro.					
1. Mano de obra					
mo001	h	Oficial 1ª electricista.	8,00	29,00 €	232,00 €
mo002	h	Ayudante electricista.	8,00	26,00 €	208,00 €
Subtotal Mano de obra					440,00 €
2. Material					
Subtotal Material					0,00 €
3. Maquinaria					
Subtotal Maquinaria					0,00 €
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	440,00 €	8,80 €
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	448,80 €	35,90 €
					484,70 €
9.3	PA	Realización y entrega de documentación final			
Partida alzada de abono íntegro. Incluye la realización y entrega los documentos a entregar al final de las actividades indicados en el "Pliego de Condiciones". Incluye la gestión y entrega de los certificados que acrediten que la instalación ha sido legalizada frente a las autoridades competentes					
Sin descomposición					7.500,00 €
10.1	m³	Transporte de residuos inertes con camión.			
Transporte con camión de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a 40 km de distancia.					
1. Mano de obra					
Subtotal Mano de obra					0,00 €
2. Material					
Subtotal Material					0,00 €

COD	UD	DESCRIPCIÓN	RENDIM.	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
3. Maquinaria					
mq001	h	Camión de transporte de 10 t con una capacidad de 8 m³ y 2 ejes.	0,23	58,48 €	13,45 €
Subtotal Maquinaria					13,45 €
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	13,45 €	0,27 €
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	13,72 €	1,10 €
					14,82 €
10.2	m³	Canon de vertido por entrega de residuos inertes a gestor autorizado.			
Canon de vertido por entrega de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.					
1. Mano de obra					
Subtotal Mano de obra					0,00 €
2. Material					
Subtotal Material					0,00 €
3. Maquinaria					
mq002	m³	Canon de vertido por entrega de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.	1,00	16,48 €	16,48 €
Subtotal Maquinaria					16,48 €
4. Costes directos complementarios (% de 1+2+3)			2 %	16,48 €	0,33 €
5. Costes indirectos (% de 1+2+3+4)			8 %	16,81 €	1,34 €
					18,15 €
11.1	PA	Seguridad y salud.			
Partida alzada de abono íntegro. Incluye todos los trabajos relacionados con la seguridad y salud durante la ejecución de las obras.					
Sin descomposición					
					8.215,50 €

## **A - MEMORIA**

### **ANEXO 2 - CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

## **ÍNDICE**

<b>1</b>	<b>CÁLCULOS ENERGÉTICOS .....</b>	<b>5</b>
1.1	DIMENSIONAMIENTO DE LA POTENCIA DE LA INSTALACIÓN .....	5
1.2	PRODUCCIÓN ESTIMADA .....	6
<b>2</b>	<b>PRODUCCIÓN ESTIMADA CON PVGIS .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>ESTUDIO DE SOMBRAS .....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>CÁLCULO DE CARGAS DE VIENTO .....</b>	<b>10</b>
4.1	DESARROLLO DEL CÁLCULO.....	10
4.2	CARGAS ESTABILIZADORAS .....	11
4.3	CARGAS DESESTABILIZADORAS .....	11
4.4	COEFICIENTES DE ROZAMIENTO .....	13
4.5	VERIFICACIONES .....	13
4.5.1	Comprobaciones a sotavento .....	13
4.5.2	Comprobaciones a barlovento .....	15
4.6	RESULTADOS CARGAS DE VIENTO .....	20
<b>5</b>	<b>CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....</b>	<b>22</b>
5.1	DIMENSIONAMIENTO DE LOS STRINGS .....	22
5.2	CÁLCULO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES .....	24
5.3	RESULTADOS .....	29

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 4-1: Parámetros del desarrollo del cálculo .....	10
Tabla 5-1: Características de los paneles solares.....	22
Tabla 5-2: Características del inversor fotovoltaico.....	23
Tabla 5-3: Fórmulas usadas para los cálculos.....	25
Tabla 5-4: Descripción de los circuitos de corriente continua .....	29
Tabla 5-5: Resultados de los cálculos eléctricos. Circuitos de corriente continua .....	29
Tabla 5-6: Descripción del circuito de corriente alterna.....	30
Tabla 5-7: Resultados de los cálculos eléctricos. Circuito de corriente alterna .....	30



## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Resultados obtenidos con el software PVGIS.....	8
Figura 2: Disposición física de dos filas de paneles.....	9
Figura 3: Representación tipología de incidencia de viento sobre los paneles solares. ....	12
Figura 4: Definición parámetros sotavento.....	13
Figura 5: Fuerzas involucradas en situación de sotavento.....	15
Figura 6: Definición parámetros barlovento .....	16
Figura 7: Fuerzas involucradas en situación de barlovento .....	17
Figura 8: Distancias por pieza de la estructura .....	18
Figura 9: Tipos de distribución.....	19
Figura 10: Resultados Barlovento.....	20
Figura 11: Resultados Sotavento.....	21
Figura 12: Esquema eléctrico aguas arriba de la instalación fotovoltaica .....	26

# 1 CÁLCULOS ENERGÉTICOS

## 1.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA POTENCIA DE LA INSTALACIÓN

Para dar cumplimiento al CTE DB HE5, el nuevo almacén de grandes piezas de desclasificables tendrá asociada una instalación solar fotovoltaica, cuya potencia pico se dimensionará en función de la superficie construida de la nave. Dicha potencia tendrá un valor igual al mínimo de las potencias P1 y P2 calculadas como sigue:

$$P_1 = F \cdot S$$

$$P_2 = 0,1 \cdot (0,5 \cdot S_C - S_{OC})$$

Siendo:

F= Factor de producción eléctrica

S= Superficie construída de la nave

S<sub>C</sub>=Superficie cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación

S<sub>OC</sub>=Superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos

Las potencias P1 y P2 tendrán un valor de:

$$P_1 = 0,010 \cdot 2.164,50 = 21,645$$

$$P_2 = 0,1 \cdot (0,5 \cdot 2.164,50 - 0) = 108,225$$

$$P_1 < P_2 \rightarrow P_1 = P_{min} = 21,645kWp$$

Por tanto, la potencia pico de la instalación solar fotovoltaica exigida por el CTE es de 22 kWp.

La potencia calculada con anterioridad es denominada en el punto 2.2 del CTE DB HE5 como “potencia a instalar”. Así mismo, en el Anejo A del DB HE se define la potencia a instalar de una IFV como: “*En el caso de instalaciones fotovoltaicas la potencia instalada será la suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran dicha instalación, medidas en condiciones estándar según la norma UNE-EN 61215:2006 para módulos de silicio cristalino o la norma UNE-EN 61646:2009 para módulos de lámina delgada*”. Es decir, una IFV de 22 kWp cumple las exigencias del CTE para la nueva nave de grandes piezas desclasificables, aunque por rendimiento de la instalación se elija un inversor de 20 kW.

## 1.2 PRODUCCIÓN ESTIMADA

La estimación de la producción eléctrica de la instalación fotovoltaica de 22 kWp se realiza mediante programas de cálculo específicos y bases de datos reconocidas. En particular, se ha utilizado la herramienta PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), del Institute for Energy and Transport (IET) perteneciente al Joint Research Centre, de la Comisión Europea (Unión Europea).

El rendimiento global o Performance Ratio (PR) determina la producción útil de energía eléctrica de la IFV. Para maximizar el PR de la IFV se deben minimizar los tiempos de indisponibilidad debidos a averías. Para ello se debe seguir un programa de mantenimiento que reduzca las pérdidas de producción debidas a diversas causas. Se destacan las siguientes:

- Tolerancia. La tolerancia a los valores de potencia nominal del módulo fotovoltaico (normalmente entre un 3% y un 5%).
- Degradación. Un módulo fotovoltaico cuyo diseño haya sido certificado según la norma IEC 61215 (por silicio cristalino) y haya sido fabricado con un sistema de calidad ISO 9001, no debe presentar degradación apreciable. Si se considera una pérdida de potencia por el paso del tiempo, ésta debe ser mínima (por debajo del 2%).
- Dispersión de características. La potencia del módulo es medida en condiciones de iluminación específicas (condiciones STC: 100 W/m<sup>2</sup>, 25 °C). En operación, en el módulo incidirá una radiación distinta a la del ensayo, es decir, no siempre será perpendicular y con un espectro estándar AM 1.5. esta dispersión de características dará lugar a pérdidas angulares y espectrales.
- Polvo y suciedad. La potencia de salida del módulo disminuirá debido al polvo y la suciedad que probablemente se depositará sobre la superficie. La suciedad disminuye con un buen programa de mantenimiento que tenga en cuenta las características ambientales particulares de la zona (excrementos de pájaros, nieve, ambiente polvoriento o con partículas en suspensión, hojas y posibles suciedades localizadas, etc.).
- Temperatura. Se produce una pérdida de potencia cuando el módulo trabaja con las células a temperaturas superiores a 25°C (temperatura de referencia en condiciones STC).
- Sombreado. Se debe evitar el sombreado de los paneles fotovoltaicos en horas de máxima radiación. El sombreado durante poco tiempo, en las últimas horas del día en invierno, suele ser poco significativo en la producción.
- PMP. Las pérdidas del inversor y el dispositivo de seguimiento del Punto de Máxima Potencia (PMP) están comprendidas entre un 4% y un 10%, éstas serán minimizadas a la en fase de diseño con la configuración del conexionado de módulos.

- Pérdidas en el cableado. Las pérdidas en el cableado, tanto de la parte de corriente continua como de la parte de corriente alterna, son pequeñas si la instalación se dimensiona correctamente.
- Disponibilidad. La disponibilidad puede afectar a la pérdida de producción. La indisponibilidad de la IFV puede ser debida a paradas por problemas en la red de distribución, o por problemas de la propia instalación.
- Mismatch. La conexión en serie de módulos con potencias no exactamente iguales produce pérdidas, al quedar limitada la intensidad de la serie a la que permita el módulo de menor corriente (mismatch).

Considerando unas condiciones de diseño y mantenimiento estándar, se estima el siguiente performance ratio (PR):

$$PR = 0,85$$

Como condiciones de diseño, la instalación dispone de 40 paneles de 550 Wp instalados con un ángulo de inclinación de 30° y una orientación de 0° azimut.

La energía generada anualmente se puede calcular como sigue:

$$E_{AC} = P_{GFV} \cdot G_{DA} \cdot FS \cdot PR$$

Donde:

$E_{AC}$  = Energía eléctrica generada anualmente (kWh/año)

$P_{GFV}$  = Potencia del generador fotovoltaico (kWp)

$G_{DA}$  = Radiación anual (kWh/m<sup>2</sup>) (Ver figura 1)

FS = Factor de sombras (0.92 es un valor habitual)

PR = Rendimiento global de la instalación ("Performance Ratio")

$$E_{AC} = (40 \cdot 0,55 \text{ kWp}) \cdot 1.589,1 \left( \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right) \cdot 0,92 \cdot 0,85 = 27.338,88 \text{ kWh/año}$$

El valor de energía eléctrica generada obtenida por el programa PVGIS es de 27.575,42 kWh/año. Se observa que no difiere mucho del calculado con anterioridad.

## 2 PRODUCCIÓN ESTIMADA CON PVGIS



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

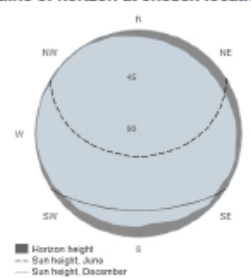
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 42.775,-3.207  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-SARAH3  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 22 kWp  
 System loss: 14 %

Simulation outputs

Slope angle: 30 °  
 Azimuth angle: 0 °  
 Yearly PV energy production: 27575.42 kWh  
 Yearly in-plane irradiation: 1589.1 kWh/m<sup>2</sup>  
 Year-to-year variability: 1184.33 kWh  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence: -2.93 %  
 Spectral effects: 1.02 %  
 Temperature and low irradiance: -8.47 %  
 Total loss: -21.12 %

Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	1262.9	68.6	280.2
February	1597.0	87.2	355.2
March	2239.0	124.9	431.0
April	2556.6	145.8	319.6
May	2927.9	169.3	289.4
June	3023.3	179.3	249.4
July	3398.7	204.0	161.3
August	3230.5	193.3	170.1
September	2667.1	156.6	177.3
October	2157.0	122.8	220.3
November	1319.7	72.4	308.0
December	1195.8	64.9	195.0

E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].  
 H(i)\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m<sup>2</sup>].  
 SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with respect to the information on this site.  
 It is our goal to minimize disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or introduced in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.  
 For more information, please visit [https://ec.europa.eu/info/legal-notices\\_en](https://ec.europa.eu/info/legal-notices_en)

Joint  
Research  
Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2025.  
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2025/06/03

Figura 1: Resultados obtenidos con el software PVGIS.

### 3 ESTUDIO DE SOMBRAS

Se justifica a continuación la distancia mínima de separación entre filas de paneles, necesaria para evitar sombras entre ellos.

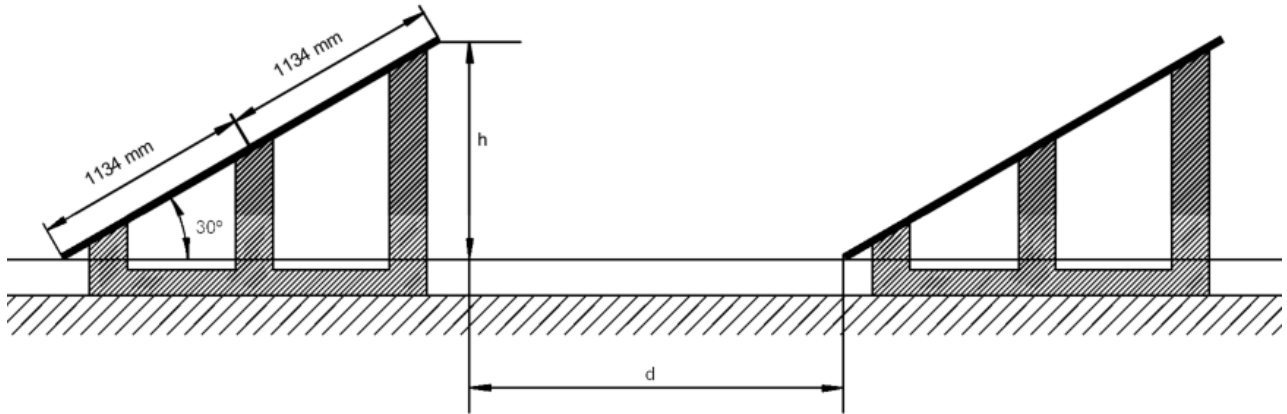


Figura 2: Disposición física de dos filas de paneles

Teniendo en cuenta las distancias de la figura 2, se calcula la altura  $h$  como sigue:

$$h = 2 \cdot 1134 \cdot \sin 30 = 1134 \text{ mm}$$

Para evitar sombras entre paneles la distancia  $d$  se determina de la forma siguiente:

$$d = k \cdot h ; \quad k = \frac{1}{\tan (61 - \text{latitud})}$$

$$k = \frac{1}{\tan (61 - \text{latitud})} = \frac{1}{\tan (61 - 42.34)} = 2,96$$

$$d = 2,96 \cdot 1134 = 3356 \text{ mm}$$

Al encontrarse la nave situada en una elevación superior a la instalación fotovoltaica, al oeste de ella, se producirían sombras de la nave sobre la IFV en las últimas horas del día, en invierno. No obstante, se considera que estas sombras no provocan una reducción de producción significativa.

## 4 CALCULO DE CARGAS DE VIENTO

En el presente apartado se justifica la estabilidad de la estructura ante las cargas que pueda ejercer el viento sobre los paneles fotovoltaicos. Para ello se ha usado los métodos y archivos facilitados por el fabricante Solarbloc. Similar justificación se debería realizar si la estructura soporte de los módulos fotovoltaicos fuese de otro fabricante.

### 4.1 DESARROLLO DEL CÁLCULO

Los parámetros configurables se detallan, en la tabla siguiente. En la columna de la izquierda se observa el parámetro a considerar y en la central los posibles valores que se pueden adoptar para dicho parámetro. Se acompaña una tercera columna con observaciones, para su mejor comprensión.

Tabla 4-1: Parámetros del desarrollo del cálculo		
PARÁMETRO	OPCIONES	OBSERVACIONES
Inclinación	5°, 15°, 20°, 25°, 30°	Se ha elegido de tipo 30°
Numero de vanos	Valor entero igual o mayor que 1	Seleccionar el número 'n' de vanos en cada conjunto. El número de soportes será una unidad más.
Peso total de los módulos del vano	Peso del vano en kg	Peso total de la superficie fotovoltaica de un vano.
Área de un vano completo	Ancho y largo en metros	Cada vano incorpora dos o tres módulos fotovoltaicos, indicándolo a través del área de paneles para cada vano mediante su largo y su ancho
Velocidad del viento	Velocidad del viento incidente en km/h	Velocidad considerada para la hipótesis de viento de barlovento y para la de sotavento.

Tabla 4-1: Parámetros del desarrollo del cálculo

PARÁMETRO	OPCIONES	OBSERVACIONES
Ángulo entre viento - terreno	Ángulo del viento en grados sexagesimales	Ángulos formados entre el viento incidente a barlovento y a sotavento con la horizontal.
Coefficiente de rozamiento estimado	Valor de rozamiento seco	Valor estimado del coeficiente de rozamiento para el cálculo de deslizamiento.

## 4.2 CARGAS ESTABILIZADORAS

Las piezas Solarbloc de 550 kg de peso generan la acción estabilizante ante las acciones desestabilizadoras de viento. La configuración de las mismas se basa en:

- La elección ángulos constructivos (30°).
- El número de vanos dispuestos en cada hilera. Por cada 'n' vanos tendremos un total de 'n+1' piezas Solarbloc.
- El peso total de los módulos fotovoltaicos que componen cada vano.
- El área fotovoltaica implementada en cada vano.
- El coeficiente de rozamiento estimado entre las piezas Solarbloc y el soporte de las mismas.

Con esta configuración se genera una carga estabilizadora de componente vertical y cuya magnitud es calculada por la aplicación informática implementa. Dicha carga genera, además, un rozamiento que se opone al deslizamiento por la acción del viento.

## 4.3 CARGAS DESESTABILIZADORAS

Se estima los valores de la velocidad del viento (en km/h) y, a partir de ella, la fuerza, F, que ejerce el viento, tanto a barlovento como a sotavento, así como el ángulo  $\alpha$  de incidencia de cada una de esas hipótesis de cálculo respecto al terreno, según los siguientes esquemas:



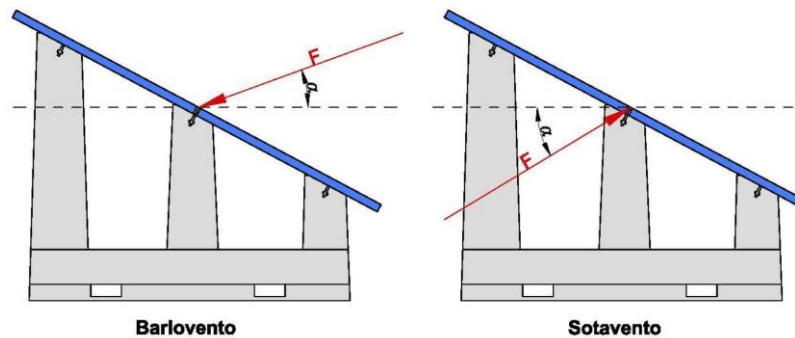


Figura 3: Representación tipología de incidencia de viento sobre los paneles solares.

Para obtener dicha fuerza partimos de la presión dinámica de un fluido sobre la pieza en cuestión que se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$w = \frac{1}{2} \rho v^2$$

Donde:

W: Presión dinámica

ρ: Densidad del fluido (1.225 kg/m<sup>3</sup> para el aire).

v: Velocidad del fluido

Si se considera la velocidad en m/s, con el valor de la densidad del aire mencionado arriba y teniendo en cuenta que 1 kp=9,8 N se obtiene la presión dinámica, w sobre la pieza mediante la siguiente expresión:

$$w = \frac{v^2}{16} \text{ en kp/m}^2$$

Con este método, la presión dinámica obtenida se utiliza, directamente, en el cálculo de la estabilidad sin la aplicación de coeficientes adicionales para transformarla en una presión estática. A continuación, se multiplica por la superficie de la placa solar y con ella se obtiene la fuerza puntual que se aplica en el centro de gravedad de la placa solar que tendrá el ángulo de ataque que corresponda, según la siguiente expresión:

$$F = w \cdot S$$

Donde:

F: Fuerza del viento aplicada en el centro de gravedad de los paneles solares

S: Superficie de los paneles solares

## 4.4 COEFICIENTES DE ROZAMIENTO

De cara al cálculo del deslizamiento se deberá conocer el terreno base en el que se van a asentar los soportes Solarbloc. En base a este y, teniendo en cuenta el material del Solarbloc (HM-20), a través de la bibliografía existente, o bien, mediante ensayos específicos, se puede conocer el coeficiente de rozamiento aplicable que deberá introducir en la hoja de cálculo para conocer el comportamiento ante el deslizamiento.

## 4.5 VERIFICACIONES

El fabricante ha facilitado una hoja de cálculo de Excel que es la herramienta informática que permite, a efectos prácticos, la introducción de los datos concretos de una cierta configuración de instalación y aplica una serie de comprobaciones para verificar la estabilidad del sistema frente a la acción del viento. Con las indicaciones señaladas en los puntos anteriores, una vez introducidos los datos, la hoja de cálculo verifica los mismos detectando si dicha configuración es apta o no ante las cargas previstas. Las comprobaciones se dividen en 2 bloques: sotavento y barlovento.

### 4.5.1 COMPROBACIONES A SOTAVENTO

Se realizan las siguientes comprobaciones:

- Vuelco
- Comprobación de deslizamiento

#### 4.5.1.1 Vuelco del conjunto

La modelización básica del cálculo se detalla en la siguiente figura:

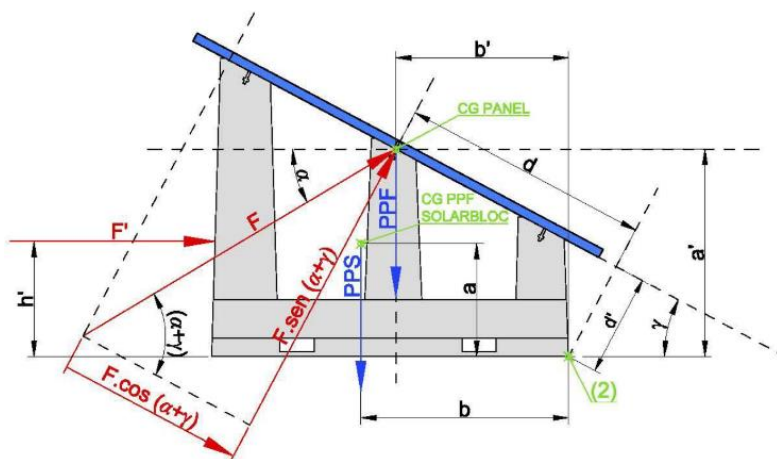


Figura 4: Definición parámetros sotavento

Donde:

$\alpha$ : Ángulo de incidencia del viento respecto a la horizontal.

$\gamma$ : Ángulo de la pieza Solarbloc Huertos Solares.

a: distancia vertical entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Huertos Solares y el Centro de Gravedad de la pieza Solarbloc Huertos Solares.

b: distancia horizontal entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Huertos Solares y el Centro de Gravedad de la pieza Solarbloc Huertos Solares.

a': distancia vertical entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Huertos Solares y el Centro de Gravedad del panel solar.

b': distancia horizontal entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Huertos Solares y el Centro de Gravedad del panel solar.

d: distancia entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Huertos Solares y la componente perpendicular al panel solar de la fuerza del viento aplicada en su centro de gravedad ( $F \cdot \sin(\alpha + \gamma)$ ).

d': distancia entre el punto de giro (2) de la pieza Solarbloc Huertos Solares y la componente paralela al panel solar de la fuerza del viento aplicada en su centro de gravedad ( $F \cdot \cos(\alpha + \gamma)$ ).

PPS: Peso propio de la pieza Solarbloc Huertos Solares.

PPF: Peso propio panel fotovoltaico.

F: Fuerza del viento sobre el panel fotovoltaico.

F': Fuerza del viento sobre el soporte Solarbloc.

Con estos datos y distancias las ecuaciones de equilibrio de momentos respecto al punto 2 deben ser las siguientes:

$$F \cdot \sin(\alpha + \gamma) \cdot d + F \cdot \cos(\alpha + \gamma) \cdot d' < PPS \cdot b + PPF \cdot b'$$

No se incluye la fuerza F' sobre el soporte Solarbloc por ser inferior al 3% de la carga de viento y, además, verse compensada porque se usa, de forma conservativa, toda el área de panel fotovoltaico, incluyendo la que está apoyada en los soportes.

#### 4.5.1.2 Deslizamiento del conjunto

En cuanto a la comprobación a deslizamiento, se verificará que la fuerza desequilibradora horizontal no sea superior a la fuerza de rozamiento, es decir:

$$F \cdot \cos \alpha (PPS + PPF - F \cdot \sin \alpha) \cdot \mu$$

Donde:

$\alpha$  = Ángulo de incidencia del viento respecto a la horizontal.

$\mu$  = Coeficiente de rozamiento obtenido mediante lo indicado en el apartado 3.2.3.

F = Fuerza del viento.

PPS = Peso propio de la pieza Solarbloc Huertos Solares.

PPF = Peso propio panel fotovoltaico.

En el siguiente gráfico se muestran las fuerzas involucradas:

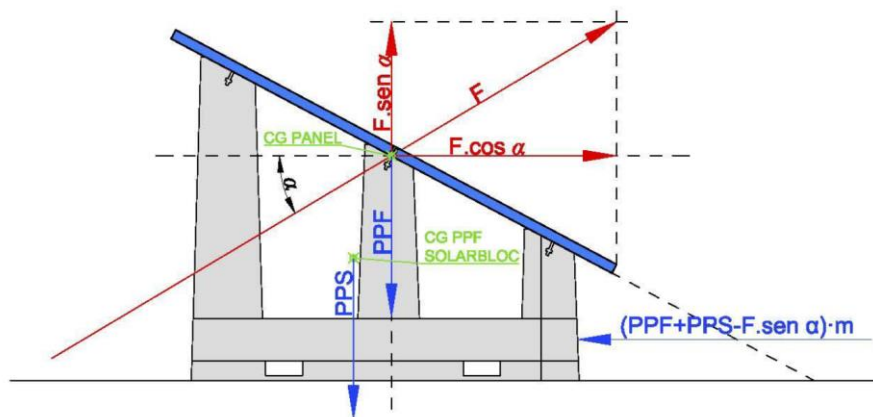


Figura 5: Fuerzas involucradas en situación de sotavento

#### 4.5.2 COMPROBACIONES A BARLOVENTO

La comprobación a barlovento no suele ser determinante, puesto que las cargas consideradas son estabilizadoras.

No obstante, se comprueba la estabilidad a vuelco. También se calcula la tensión a la que se ve sometido el terreno para poder compararlo con su resistencia.

#### 4.5.2.1 Vuelco del conjunto

La modelización básica del cálculo se detalla en la siguiente figura:

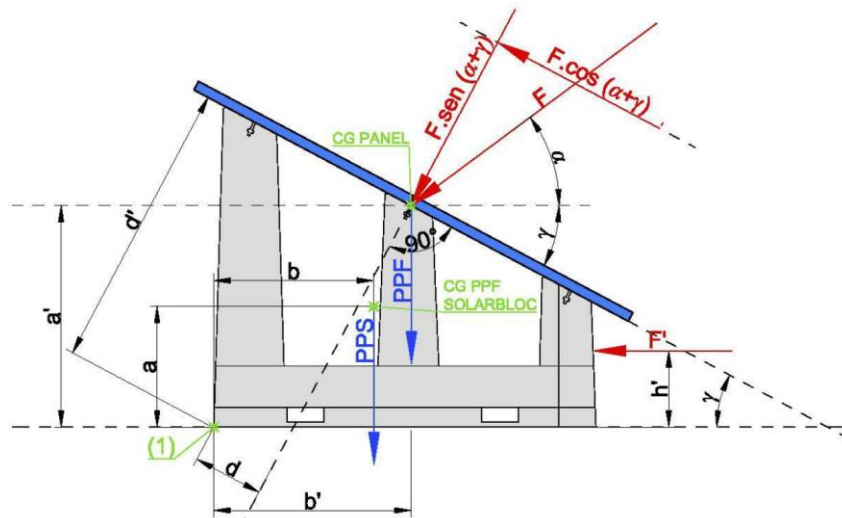


Figura 6: Definición parámetros barlovento

Donde:

$\alpha$ : Ángulo de incidencia del viento respecto a la horizontal.

$\gamma$ : Ángulo de la pieza Solarbloc.

a: distancia vertical entre el punto de giro (1) de la pieza Solarbloc Huertos Solares y el Centro de Gravedad de la pieza Solarbloc Huertos Solares.

b: distancia horizontal entre el punto de giro (1) de la pieza Solarbloc Huertos Solares y el Centro de Gravedad de la pieza Solarbloc Huertos Solares.

a': distancia vertical entre el punto de giro (1) de la pieza Solarbloc Huertos Solares y el Centro de Gravedad del panel solar.

b': distancia horizontal entre el punto de giro (1) de la pieza Solarbloc Huertos Solares y el Centro de Gravedad del panel solar.

d: distancia entre el punto de giro (1) de la pieza Solarbloc y la componente perpendicular al panel solar de la fuerza del viento aplicada en su centro de gravedad ( $F \cdot \sin(\alpha + \gamma)$ ).

d': distancia entre el punto de giro (1) de la pieza Solarbloc Huertos Solares y la componente paralela al panel solar de la fuerza del viento aplicada en su centro de gravedad ( $F \cdot \cos(\alpha + \gamma)$ ).

PPS: Peso propio de la pieza Solarbloc Huertos Solares.

PPF: Peso propio panel fotovoltaico.

F: Fuerza del viento sobre el panel fotovoltaico.

F': Fuerza del viento sobre el soporte Solarbloc.

La ecuación de equilibrio de momentos respecto al punto 1 es:

$$F \cdot \cos(\alpha + \gamma) \cdot d' - F \cdot \sin(\alpha + \gamma)d < PPS \cdot b + PPF \cdot b'$$

No se incluye la fuerza F' sobre el soporte Solarbloc por ser inferior al 3% de la carga de viento.

Como puede observarse el resultado de la operación dependerá fundamentalmente del parámetro “d”, que estabilizará la pieza siempre que la fuerza  $F \cdot \sin(\alpha + \gamma)$  corte a la base de la pieza. (Esto ocurre siempre en todas las piezas Solarbloc Huertos Solares).

#### 4.5.2.2 Tensión sobre terreno

Se calcula la tensión sobre el terreno modelizando los soportes Solarbloc como cimentaciones superficiales rígidas, dado que carecen de vuelo respecto al elemento transmisor de fuerzas (panel fotovoltaico).

Las fuerzas involucradas son las de la situación a barlovento, que es la que produce una mayor tensión sobre el terreno, pues tiende a presionar el soporte, mientras que la situación a sotavento tiende a un levantamiento de la pieza. Se representa, la situación a barlovento, en la siguiente figura, descomponiéndose la fuerza del viento en sus componentes horizontal y vertical:

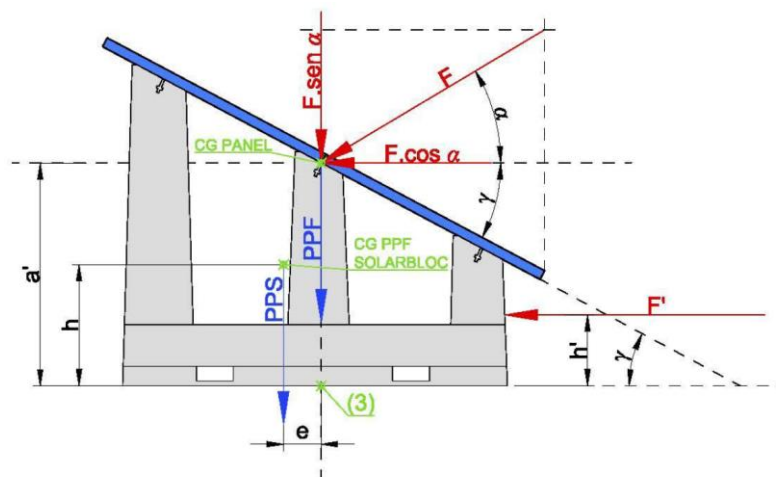


Figura 7: Fuerzas involucradas en situación de barlovento

Las ecuaciones del equilibrio de fuerzas y momentos (respecto del punto (3)) que aparecen en la figura anterior son:

$$N = F \cdot \sin(\alpha) + PPS + PP$$

$$V = F \cdot \cos(\alpha) + F'$$

$$M = F \cdot \cos(\alpha) \cdot a' + F' \cdot h' + PPS \cdot e$$

N: Axil resultante de la fuerza vertical del viento y los pesos del panel y el soporte.

V: Cortante resultante de la fuerza horizontal del viento sobre el panel y sobre el soporte.

M: Momento sobre el punto (1) de la fuerza horizontal del viento sobre el panel, de la fuerza horizontal del viento sobre el soporte y la debida a la excentricidad del peso del soporte.

$\alpha$ : Ángulo de incidencia del viento respecto a la horizontal.

$\gamma$ : Ángulo de la pieza Solarbloc Huertos Solares.

$a'$ : distancia vertical entre el punto (1) y el Centro de Gravedad del panel solar.

$h$ : distancia vertical entre el punto de aplicación de la fuerza del viento sobre el soporte y el punto (1).

PPS: Peso propio de la pieza Solarbloc Huertos Solares.

PPF: Peso propio panel fotovoltaico.

F: Fuerza del viento sobre el panel fotovoltaico.

F': Fuerza del viento sobre el soporte.

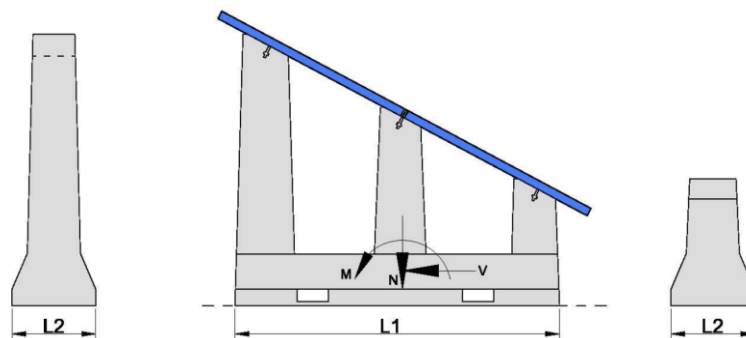


Figura 8: Distancias por pieza de la estructura

Para calcular la distribución que estas resultantes generan sobre el terreno, en primer lugar se establece su forma, comprobando si la excentricidad de la carga se sitúa dentro o fuera del núcleo central:

$$e \geq \frac{L_1}{6} \Rightarrow \text{Distribución trapezoidal}$$

$$e < \frac{L_1}{6} \Rightarrow \text{Distribución triangular}$$

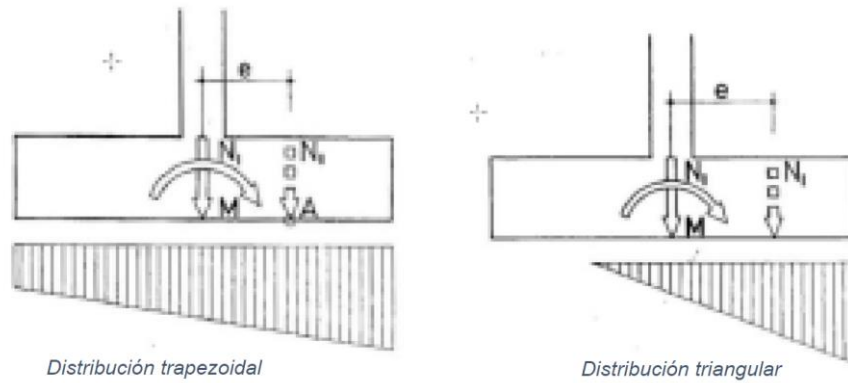


Figura 9: Tipos de distribución

En el primer caso deben cumplirse las siguientes condiciones:

$$\sigma_{Ter} \geq \sigma_{Med} = \frac{N}{L_1 \cdot L_2}$$

$$1.25 \cdot \sigma_{Ter} \geq \sigma_{Med} = \frac{N}{L_1 \cdot L_2} \left( 1 + \frac{N6e}{L_1} \right)$$

En el caso de distribución triangular:

$$\sigma_{Ter} \geq \sigma_{Med} = \frac{N}{L_1 \cdot L_2}$$

$$1.25 \cdot \sigma_{Ter} \geq \sigma_{Med} = \frac{4 \cdot N}{3 \cdot (L_1 - 2e) \cdot L_2}$$

Los soportes extremos generan la mitad de tensión sobre el terreno que los soportes intermedios.



## 4.6 RESULTADOS CARGAS DE VIENTO

Se han explicado los diferentes elementos que se han integrado en la aplicación informática proporcionada por el fabricante Solarbloc: los posibles parámetros configurables y los valores que pueden adquirir, así como los mecanismos de cálculo de estabilidad considerados.

Todo ello se ha plasmado en esta hoja de cálculo de Excel que proporciona una rápida visión del comportamiento de la instalación ante las cargas de viento.

**- ENTRADA DE VIENTO POR BARLOVENTO -**

\*(Actualmente las estructuras Solarbloc® H-S/18 se fabrican en cuatro grados distintos, 15°, 20°, 25° y 30°)\*

Tipo de Solarbloc a utilizar: **30°**

**Tica para acceder a la web Huertos solares - Solarbloc**

**Datos piezas**

	Peso	Centro de gravedad (respecto al punto de)		Área de un vano completo		
	kg	x (m)	y (m)	x (m)	y (m)	m <sup>2</sup>
Solarbloc®	12100.00	0.6750	0.3470	2.28	2.27	5.17
Paneles	1167.60	0.8207	0.9254	Introduzca las dimensiones del total de módulos por vano		

ES LA SUMA DE MÓDULOS SOLARES QUE SE DISPONEN ENTRE CADA 2 SOPORTES SOLARBLOC, NORMALMENTE 2.

Número de Solarbloc®: **22**

Número de vanos: **21** 1 VANO = 2 MÓDULOS

Peso total de los módulos del vano (kg): **55.6**

Introducir velocidad en Km/h: **27** Velocidad en m/s: **7.50**

Convertidor (km/h) a (m/s): **27** **7.50**

Ángulo viento-terreno entre 0 y 60: **30** Ángulo en Radianes: **0.524**

Ángulo del Solarbloc®: **30**

Ángulo entre viento - terreno: **0**

**Solarbloc® H-S/18 permite hacer filas de 2 módulos en horizontal**

**Viento**

	m/s	kg/m <sup>2</sup>	d (m)
Velocidad del viento	7.50	3.52	0.2480
			1.1918

Ángulo del solarbloc®: **0.524** rad

Ángulo viento-terreno: **0.000** rad

Ángulo viento - panel: **0.524** rad

Carga de viento: **381.60** kg

**CÁLCULOS SOLARBLOC®**

			Signos
Momento debido al viento	-346.54	kg x m	0 Antivuelco
Momento debido al peso	9125.75	kg x m	- Vuelco
Total momentos	8779.21	kg x m	
Reserva de seguridad al vuelco	2639.37%		
<b>CUMPLIMIENTO A VUELCO</b>	<b>CUMPLE</b>		

Seguridad cuando es > 100%

**PRESIÓN SOBRE EL TERRENO**

Tensión máxima sobre terreno (soporte central)	0.16	kg/cm <sup>2</sup>
Tensión media sobre terreno (soporte central)	0.10	kg/cm <sup>2</sup>
Tensión máxima sobre terreno (soporte extremo)	0.08	kg/cm <sup>2</sup>
Tensión media sobre terreno (soporte extremo)	0.05	kg/cm <sup>2</sup>

**LOS RESULTADOS DE ESTA HOJA DE CÁLCULO, NO IMPLICA LA GARANTÍA DEL FABRICANTE**

LOS RESULTADOS, ESTÁN SUJETOS, A LA CONFIGURACIÓN QUE INTERPRETA CADA PROYECTISTA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA A ESTUDIO, SEGÚN EL CONOCIMIENTO DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS, GEOGRÁFICAS Y CONSTRUCTIVAS DE LA SUPERFICIE DONDE SE ASIENTAN LOS SOPORTES SOLARBLOC®




Figura 10: Resultados Barlovento

**- ENTRADA DE VIENTO POR SOTAVENTO -**

\*(Actualmente las estructuras Solarbloc® H-S/18 se fabrican en cuatro grados distintos, 15°, 20°, 25° y 30°)\*

**Tipo de Solarbloc a utilizar**   
**Coef. rozamiento (estimado)**

**Número de Solarbloc**   
**Número de vanos**  1 VANO = 2 MÓDULOS  
**Peso total de los módulos del vano (kg)**

**Introducir velocidad en km/h**  **Velocidad en m/s**   
**Convertor (Km/h) a (m/s)**

**Ángulo viento-terreno entre 0 y 60**  **Ángulo viento-terreno en Radianes**   
**Ángulo del Solarbloc**   
**Ángulo entre viento - terreno**

**Solarbloc® H-S/18 permite hacer filas de 2 módulos en horizontal**

**Datos piezas**

	Peso kg	Centro de gravedad (respecto al punto de x (m) y (m)	
Solarbloc	12100.00	0.894	0.3470
Paneles	1167.60	0.748	0.9254

**Área de un vano completo**

	x (m)	y (m)	Superficie m <sup>2</sup>
Panel	2.28	2.27	5.17

**Viento**

	m/s	kg/m <sup>2</sup>
Velocidad del viento	34.72	75.35

**Distancia perpendicular eje fuerza - punto de vuelco**

	d (m)
	1.1107
	0.4473

**Ángulo del solarbloc**  rad  
**Ángulo viento-terreno**  rad  
**Ángulo viento - panel**  rad  
**Carga de viento sobre el panel fotovoltaico**  kg

**CÁLCULOS SOLARBLOC**

Momento debido al viento	-7710.56	kg x m
Momento debido al peso	11689.79	kg x m
Total momentos	3979.23	kg x m
Reserva de seguridad al vuelco	151.61%	
CUMPLIMIENTO A VUELCO	CUMPLE	

**Carga de viento horiz. sobre el panel fotovoltaico**  kg  
**Carga de viento vert. sobre el panel fotovoltaico**  kg  
**Peso**  kg  
**Fricción**  kg  
**Resultante**  kg  
**CUMPLIMIENTO A DESLIZAMIENTO**

**Signos**

	Antivuelco	Vuelco
+		
-		




Figura 11: Resultados Sotavento

En resumen, se puede concluir que, con los datos y métodos de cálculo proporcionados por el fabricante, la estructura aguanta correctamente las posibles cargas aplicadas por el viento, manteniendo la integridad de la instalación.

## 5 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

### 5.1 DISMENSIONAMIENTO DE LOS STRINGS

En fase de proyecto de la instalación y selección de los componentes que constituyen el sistema FV, es necesario verificar la compatibilidad entre las características eléctricas del generador FV y las del convertidor CC/CA (inversor).

Los parámetros principales del generador fotovoltaico, son la potencia, la tensión y la corriente producida por el mismo en las diferentes condiciones de funcionamiento. Respecto al inversor, sus parámetros más importantes son:

- El intervalo MPPT, que es el rango de tensión en el que el inversor es capaz de seguir el punto de máxima potencia.
- La tensión máxima de entrada.
- La corriente máxima en entrada.

La potencia del inversor debe ajustarse a la potencia del generador fotovoltaico. Se debe tener en cuenta que los datos de potencia de los módulos (Wp) se refieren a las condiciones estándar de medida (CEM). Estas condiciones son ideales y es difícil que se den en práctica.

La potencia pico de la IFV normalmente es superior a la potencia nominal del inversor y generalmente está en un rango de 5% a 30% por encima, para compensar la disminución de la potencia de los módulos FV debida a la suciedad acumulada a lo largo del tiempo, a la temperatura de funcionamiento, a la presencia de una irradiación inferior a la de las condiciones STC, a las pérdidas en los cables e inversor, además de la degradación de prestaciones por envejecimiento. A continuación, se muestran los valores nominales de panel e inversor utilizados en este proyecto.

Tabla 5-1: Características de los paneles solares	
RSM144-9-540M-560M o similar	
Potencia Nominal (Pmax)	550 Wp
Tensión Nominal (Vmp)	42,20 V
Intensidad Nominal (Imp)	13,04 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	49,8 V
Intensidad de Cortocircuito (Isc)	13,94 A
Rendimiento (eficiencia)	21,3 %
Dimensiones	2279 x 1134 x 35 mm
Peso	27,8 kg

Tabla 5-2: Características del inversor fotovoltaico	
Huawei Sun2000-20KTL-M5 o similar	
Parte CC (Entrada)	
Tensión máxima entrada CC (Vmax)	1100 V
Corriente máxima de entrada por MPPT	20 A
Tensión de entrada inicial (VCC)	200 V
Rango de tensión de entrada	200 ~ 1000 V
Número de MPPT	2
Número de entradas CC	4
Parte CA (Salida)	
Potencia nominal (Pnom)	20 kW
Tensión de funcionamiento (VCA)	230/400 Vca 50 Hz
Corriente de máxima de salida (ImaxCA)	31,9 A

Los valores anteriores son sólo una referencia para el cálculo. Se deberán actualizar los cálculos realizados a continuación cuando se haya definido el fabricante y modelo finales de los módulos fotovoltaicos e inversor.

La instalación Solar Fotovoltaica se diseña con un inversor de potencia 20 kW a la que se conectan 4 strings, formado cada uno por la conexión en serie de 10 módulos fotovoltaicos de 550 Wp.

Para elegir el número de módulos fotovoltaicos en serie, se tiene en cuenta que la tensión de la serie no debe superar en ningún caso el rango de tensión de entrada tolerable por el inversor.

El número de ramas que entran en el inversor debe definirse de forma que no se supere la corriente máxima de entrada del inversor, ya que de lo contrario el inversor podría quedar dañado.

Teniendo en cuenta el coeficiente de temperatura para la tensión de circuito abierto, el coeficiente de temperatura para corriente de cortocircuito, y los valores nominales del panel, debe verificarse, el cumplimiento de las siguientes condiciones:

Los dos valores extremos del voltaje MPP de los módulos fotovoltaicos (punto de máxima potencia) deben ajustarse al rango de tensión MPP del inversor (para máxima y mínima temperatura).

El máximo voltaje MPP de los módulos fotovoltaicos se dará cuando éstos alcancen la mínima temperatura que, para la ubicación de la instalación, (observando el histórico de temperaturas mínimas de la localidad) se tomará por seguridad a -10°C.

Este valor de tensión del String en baja temperatura debe estar por debajo del límite superior de tensión MPP del inversor:  $V_{\text{máx MPP}} = 800 V_{\text{cc}}$ :

$$V_{mppt(x^{\circ}C)} = V_{mppt(25^{\circ}C)} + \Delta T \cdot Voc \cdot Coef_{Voc}$$

$$V_{mppt(-10^{\circ}C)} = (42,2 + (-10 - 25) \cdot 49,8 \cdot (-0,002)) = 45,68 \text{ V}$$

Escogiendo strings de 10 paneles se tiene:

$$V_{string} = 10 \cdot 45,68 \text{ V} = 456,8 \text{ V}$$

Por tanto, como  $V_{string}(-10^{\circ}C) = 456,8 \text{ V}$  es inferior a la máxima tensión MPPT de entrada del inversor igual a 800 V, la configuración de 10 módulos en serie es válida.

El mínimo voltaje MPP se registra aproximadamente a  $+60^{\circ}C$ . Esta es la temperatura de trabajo máxima que alcanzarán los módulos fotovoltaicos en verano por efecto de encapsulado de la célula. Este mínimo voltaje MPP de los módulos a  $+60^{\circ}C$  debe estar por encima del límite inferior de tensión MPP del inversor de valor 200 Vcc.

En las citadas condiciones la tensión de entrada al inversor se calcula como sigue:

$$V_{mppt(60^{\circ}C)} = V_{mppt(25^{\circ}C)} + \Delta T \cdot Voc \cdot Coef_{Voc}$$

$$V_{mppt(60^{\circ}C)} = (42,2 + (60 - 25) \cdot 49,8 \cdot (-0,002)) = 38,71 \text{ V}$$

Con strings de 10 paneles se tiene lo siguiente:

$$V_{string} = 10 \cdot 38,71 \text{ V} = 387,1 \text{ V}$$

Como  $V_{string}(60^{\circ}C) = 387,1 \text{ V} > 200 \text{ Vcc}$  la configuración de 10 paneles conectados en serie en cada string es válida.

## 5.2 CÁLCULO DE SECCIÓN DE CONDUCTORES

La GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN del REBT, en su anexo 2, explica el procedimiento para calcular la sección de un cable. Establece que la determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

a) Criterio de la intensidad máxima admisible [ $I_{max,adm}$ ]

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilicen para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de  $70^{\circ}C$  por cables con aislamientos termoplásticos y de  $90^{\circ}C$  por cables con aislamientos termoestables.

b) Criterio de la caída de tensión [cdt]

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo. Esta caída de tensión será inferior a los límites marcados por el reglamento REBT en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

### c) Criterio de la intensidad de cortocircuito [ $I_{cc}$ ]

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (menos de 5s) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160°C por cables con aislamiento termoplásticos y de 250° por cables con aislamientos termoestables.

Este criterio no es determinante en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves y, además, las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

Se muestra a continuación una tabla resumen con las fórmulas utilizadas en el cálculo de caída de tensión e intensidad máxima admisible.

Tabla 5-3: Fórmulas usadas para los cálculos			
	Intensidad	Caída de Tensión	Intensidad de cortocircuito
Circuito monofásico	$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$	$\Delta V = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot V}$	$I_{cc} = \frac{V}{Z_{TOTAL}}$
Circuito corriente continua	$I = \frac{P}{V}$	$\Delta V = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot V}$	$I_{cc} = \frac{V}{Z_{TOTAL}}$
Circuito trifásico	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi}$	$\Delta V = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot V}$	$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{3} \cdot Z_{TOTAL}}$

Donde:

$I$  = Intensidad [A]

$I_{cc}$  = Intensidad de Cortocircuito [kA]

$\Delta V$  = Caída de tensión [V]

$P$  = Potencia del receptor [W]

$V$  = Tensión entre fases [400 V] en circuitos trifásicos

Tensión de fase a neutro [230 V] en circuitos monofásicos

Tensión de positivo a negativo en circuitos de corriente continua

$L$  = Longitud del conductor [m]

$\gamma$  = Conductividad del conductor a la temperatura de trabajo [ $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ ].

$S$  = Sección del conductor [ $\text{mm}^2$ ].

$\cos\phi$  = Factor de potencia, del receptor

$Z_{\text{TOT}}$  = Impedancia total de la línea

### INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO LA LINEA CA DE EVACUACION DEL INVERSOR

Para el cálculo de la  $I_{\text{CC}}$  en el cable CA que conecta el inversor con el cuadro general de protección de la nave, se ha considerado que la instalación será alimentada desde dos transformadores en paralelo de 800 kVA de 4.16/0.4 kV conectados a una red de potencia infinita, estimando una  $U_{\text{CC}}$  para los transformadores de 5% (valor típico para transformadores de distribución). Aguas abajo a los transformadores se conecta una línea de cobre de 240  $\text{mm}^2$  de longitud 600 m hasta el cuadro general de protección de la nave. A este cuadro se conectará una línea de 10  $\text{mm}^2$  y 5 m de longitud, que lo conectará con el inversor de la instalación fotovoltaica:

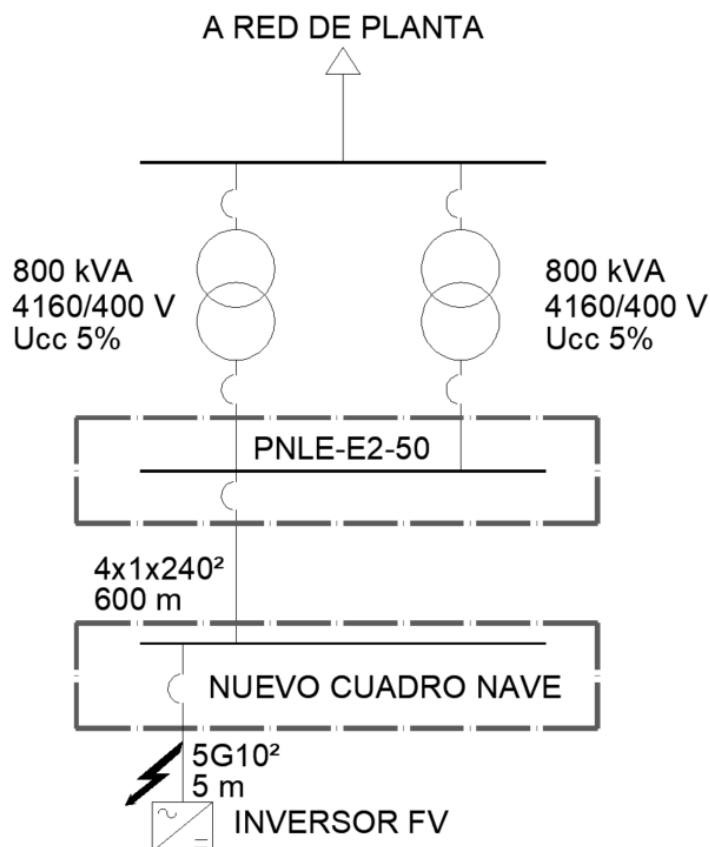


Figura 12: Esquema eléctrico aguas arriba de la instalación fotovoltaica

$$Z_T = U_{cc} * \frac{V^2}{S_t}$$

Donde:

- $Z_t$ : Impedancia del transformador ( $\Omega$ )  
 $U_{cc}$ : Tensión de cortocircuito del transformador (%)  
 $V$ : Tensión del lado secundario del transformador (V)  
 $S_t$ : Potencia del transformador (VA)

$$Z_T = \frac{0.05 \cdot 400^2}{800} = 0.01\Omega$$

Al estar conectados en paralelo los transformadores:

$$\frac{1}{Z_{T1+T2}} = \frac{1}{Z_{T1}} + \frac{1}{Z_{T2}}$$

$$Z_{T1+T2} = 0.005\Omega$$

Para el cálculo de la impedancia de las líneas se utiliza la siguiente expresión

$$Z_L = \frac{l_L * Z_{por\ km}}{1000}$$

Donde:

- $Z_L$ : impedancia de la línea ( $\Omega$ )  
 $l_L$ : Longitud de la línea (m)  
 $Z_{por\ km}$ : Impedancia del cable por 1000 m

$$Z_{L-240} = \frac{600 \cdot 0.13}{1000} = 0.078\Omega$$

$$Z_{L-10} = \frac{5 \cdot 1.91}{1000} = 0.00955\Omega$$

El valor de la impedancia total es por tanto:

$$Z_{TOTAL} = 0.005 + 0.078 + 0.00955 = 0.092\Omega$$

El valor del corto circuito en el cable que conecta el inversor con el cuadro de protección de la nave es el siguiente:

$$I_{cc} = \frac{V_{pre}}{\sqrt{3} * Z_{TOTAL}}$$



Donde:

$V_{pre}$ : Tensión de pre-falta (V)

$Z_{TOTAL}$ : Impedancia equivalente ( $\Omega$ )

$$I_{cc} = \frac{420}{\sqrt{3} * 0.092} = 2.64 \text{ kA}$$

El cable de corriente alterna se protegerá mediante por un magneto-térmico con  $I_{th}=40\text{A}$  curva C, poder de corte 10 kA, con disparo instantáneo (10 ms) para intensidades a partir de 400 A ( $10 \cdot I_{th}$ ). El tiempo que resistirá dicho cable ante el cortocircuito vendrá expresado por la siguiente expresión:

$$t = \frac{K^2 * S^2}{I^2}$$

Donde:

t: Duración de la falta (s)

K: Constante específica del material del conductor.

S: Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

I: Corriente de cortocircuito (A)

$$t = \frac{143^2 * 10^2}{2640^2} = 0.2934 \text{ s} > 0.010 \text{ s}$$

Puesto que el valor de la corriente de cortocircuito (2.64 kA) es inferior al poder de corte del interruptor de valor 10 kA y el magnetotérmico actúa en un tiempo inferior al que soporta el cable en condiciones de cortocircuito, el magnetotérmico elegido es válido.

### INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO LADO DE CORRIENTE CONTINUA

La intensidad de cortocircuito en los cables de corriente continua es igual al valor de la corriente de cortocircuito indicado en la ficha técnica de los paneles de valor 19.94 A.

## 5.3 RESULTADOS

### CABLES CORRIENTE CONTINUA:

Tabla 5-4: Descripción de los circuitos de corriente continua

CARACTERÍSTICAS CIRCUITO						CONDUCTOR								
Circuito	Origen	Destino	Nº de conductores activos	Tensión nominal de línea (V)	Sistema de distribución	P <sub>circuito</sub> (W)	I <sub>carga</sub> (A)	Config. manguera	Aislamiento /Cubierta	Material Conductor	S+ (mm²)	S- (mm²)	L <sub>circuito</sub> (m)	R <sub>Circuito</sub> (Ω)
Evacuacion String 1	cuadro CC	Inversor	2 (+/-)	422	Aislado de tierra	5500	13,03	2x6	H1Z2Z2-K (AS)	Cu	6	6	45	0,134
Evacuacion String 2	cuadro CC	Inversor	2 (+/-)	422	Aislado de tierra	5500	13,03	2x6	H1Z2Z2-K (AS)	Cu	6	6	45	0,134
Evacuacion String 3	cuadro CC	Inversor	2 (+/-)	422	Aislado de tierra	5500	13,03	2x6	H1Z2Z2-K (AS)	Cu	6	6	45	0,134
Evacuacion String 4	cuadro CC	Inversor	2 (+/-)	422	Aislado de tierra	5500	13,03	2x6	H1Z2Z2-K (AS)	Cu	6	6	45	0,134

Tabla 5-5: Resultados de los cálculos eléctricos. Circuitos de corriente continua

CIRCUITO			CAJA DE FUSIBLES CC		MAXIMA INSTENSIDAD ADMISIBLE POR EL CABLE I <sub>max</sub> (A) (T <sub>terreno</sub> =25°C, T <sub>ambiente</sub> =40°C, Resist. Térmica terreno 1K m/W)					CALIBRE FUSIBLES		CAIDA DE TENSION					CORRIENTE CORTOCIRCUITO		
			Fusible	I <sub>circuito</sub> (A)	Tipo canalización	fC s/REB T	Conductor al aire I <sub>max1</sub> (A) s/REBT	Conductor canalizado I <sub>max2</sub> (A)	I <sub>circuito</sub> <I <sub>max2</sub>	I <sub>circuito</sub> <I <sub>TH</sub> < I <sub>max.cable</sub>	V <sub>V</sub> (V)	(%) Cable	Limite aconsejable (%)	VIN <sub>V</sub> (V) Entrada inversor	¿200 V < VIN <sub>V</sub> (V)<1000 V?	I <sub>CC</sub> (A)	I <sub>CCMAX</sub> (A)=kS√t (t=3 s) k=143 (XLPE)	¿ I <sub>CC</sub> (A)<I <sub>CCMAX</sub> (A)	
Nº	Origen	Destino	ITH (A)																
String 1.1	cuadro CC	Inversor	15	13,03	Enterrada bajo tubo	0,9	59	53,1	Si	Si	1,746	0,414	1,5	420,3	Si	13,94	495	Si	
String 1.2	cuadro CC	Inversor	15	13,03	Enterrada bajo tubo	0,9	59	53,1	Si	Si	1,746	0,414	1,5	420,3	Si	13,94	495	Si	
String 1.3	cuadro CC	Inversor	15	13,03	Enterrada bajo tubo	0,9	59	53,1	Si	Si	1,746	0,414	0,5	420,3	Si	13,94	495	Si	
String 1.4	cuadro CC	Inversor	15	13,03	Enterrada bajo tubo	0,9	59	53,1	Si	Si	1,746	0,414	1,5	420,3	Si	13,94	495	Si	

CABLE CORRIENTE ALTERNA:

Tabla 5-6: Descripción del circuito de corriente alterna

CARACTERÍSTICAS CIRCUITO						CONDUCTOR								
Circuito	Origen	Destino	Nº de conductores activos	Tensión nominal de línea (V)	Sistema de distribución	Pcircuito (W)	Icircuito (A)	Config. manguera	Aislamiento /Cubierta	Material Conductor	Sfase (mm²)	Sneutro (mm²)	Lcircuito (m)	RCircuito (Ω)
Salida CA Inversor	Inversor	Cuadro CGP/Nave	4 (3F/N)	400	TT	20000	36,08	5x10	RZ1-K 0,6/1 kV	Cu	10	10	5	0,009

Tabla 5-7: Resultados de los cálculos eléctricos. Circuito de corriente alterna

CIRCUITO			MAXIMA INSTENSIDAD ADMISIBLE POR EL CABLE I <sub>max</sub> (A)			CAIDA DE TENSION				Magnetotérmico (poder de corte 10 kA)		INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO (kA) s/apartado 5.2	¿ I <sub>circuito</sub> <I <sub>th</sub> < I <sub>max.cable</sub> ?
			Tipo canalización	Conductor I <sub>max</sub> (A) s/REBT	¿ I <sub>circuito</sub> <I <sub>max</sub> ?	VV (V)	(%) Cable	Limite s/REBT (%)	Tensión Final (V)	I <sub>th</sub> (A)	I <sub>m</sub> (A)		
Descripción	Origen	Destino											
Salida CA Inversor	Inversor	Cuadro CGP/Nave	Tubo / en pared	54	Si	0,446	0,112	1,5	399,6	40,0	400,0	400 A < 2,64 kA < 10 kA	Si