

**PROYECTO EJECUTIVO  
AUTORIZACIÓN  
ADMINISTRATIVA DE CONTRUCCIÓN.  
HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  
FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW**



CLIENTE:

**SOLUTEX GC S.L.**

PLANTA:

**SOLUTEX MALLÉN**

LOCALIZACIÓN:

**MALLÉN (ZARAGOZA)**

**50550 Mallén, Zaragoza**

Nº DE DOCUMENTO:

**20250326\_SMPFV\_P\_Proyecto\_Ejecutivo**

Revisión	Fecha	Detalles de la Revisión	Prep. por	Rev. por	Apro. por	Comentarios
0	10/04/2025	Inicial	J.B.A.	G.A.D.P.	J.R.A.E..	



	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	<b>Prep.</b>	J.B.A
		<b>Rev.</b>	G.A.D.P.
		<b>Apro.</b>	J.R.A.E.
		<b>Rev.</b>	0
		<b>Fecha</b>	10/04/2025
<b>DOC N°</b> <b>20250326_SMPFV_P_Proyecto ejecutivo</b>		<b>TÍTULO</b> <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>	

## Índice

<b>Memoria Técnica</b> .....	
<b>Cálculos</b> .....	
<b>Planos</b> .....	
<b>Pliego de condiciones</b> .....	
<b>Presupuesto</b> .....	
<b>Estudio de Seguridad y Salud</b> .....	

**MEMORIA TÉCNICA**  
**PROYECTO EJECUTIVO**  
**AUTORIZACIÓN**  
**ADMINISTRATIVA DE CONTRUCCIÓN.**  
**HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA**  
**FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW**



CLIENTE:

**SOLUTEX GC S.L.**

PLANTA:

**SOLUTEX MALLÉN**

LOCALIZACIÓN:

**MALLÉN (ZARAGOZA)**

**50550 Mallén, Zaragoza**

Nº DE DOCUMENTO:

**20250326\_SMPFV - MT - Memoria Técnica**

Revisión	Fecha	Detalles de la Revisión	Prep. por	Rev. por	Apro. por	Comentarios
0	10/04/2025	Inicial	J.B.A.	G.A.D.P.	J.R.A.E..	

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

0.	HOJA RESUMEN CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA .....	4
1.	Antecedentes .....	5
2.	Introducción .....	6
3.	Objeto .....	9
4.	Emplazamiento.....	10
4.1.	No afección con otras instalaciones energéticas .....	12
4.2.	Justificación del no sometimiento al procedimiento de impacto ambiental, actividad clasificada e información pública.....	12
5.	Titular.....	14
6.	Normativa aplicada.....	14
6.1.	Normas Generales.....	14
6.2.	Normativa Autonómica y Municipal .....	15
6.3.	Normas de la Compañía Distribuidora .....	16
7.	Punto de acceso y conexión .....	17
8.	Descripción de la instalación actual de generación .....	17
9.	Consumidor eléctrico asociado .....	17
10.	Descripción de la nueva instalación .....	18
10.1.	Planta fotovoltaica .....	18
10.1.1.	Características paneles fotovoltaicos .....	21
10.1.2.	Características del inversor.....	21
10.1.3.	Descripción del funcionamiento del inversor .....	22
10.2.	Sistema eléctrico .....	24
10.2.1.	Instalación eléctrica de baja tensión .....	24
10.2.1.1.	Sistema de baja tensión de planta fotovoltaica.....	27
10.2.2.	Instalación eléctrica de media tensión .....	29
10.2.2.1.	Datos básicos del sistema de M.T. ....	29
10.2.2.2.	Situación Actual .....	29
10.2.2.3.	Nuevo centro de transformación .....	30
10.2.2.4.	Centro de transformación de la planta fotovoltaica .....	31
10.2.2.5.	Líneas de M.T. ....	32

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

10.2.2.6.	Línea CT2 a CT-PFV .....	32
11.	Medida de la energía eléctrica .....	33
11.1.	Medida en punto frontera .....	34
11.2.	Medida de la generación neta de generador planta de cogeneración.....	35
11.3.	Medida de la generación neta planta fotovoltaica .....	36
12.	Potencia contratada prevista para los servicios auxiliares .....	38
13.	Protecciones en el punto frontera .....	38
14.	Balance energético de explotación. Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> . .....	39
15.	Final.....	42

ANEXOS A LA MEMORIA.

ANEXO I. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ANEXO II. ESPECIFICACIONES TÉCNICA EQUIPOS PRINCIPALES

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 0. HOJA RESUMEN CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

- Titular: SOLUTEX GC. S.L. (CIF: B99004541)
- Capacidad de acceso actual: 1.000 kW.
- Instalación de generación actual.
  - Tipo de tecnología: Cogeneración gas natural.
  - Grupo/Subgrupo: a.1.1
  - Potencia: 1.000 kW
  - CIL: ES0031000001011963XK1F001.
  - Tipo: Con autorización de puesta en servicio en la modalidad de autoconsumo con excedentes
  - Titular: SOLUTEX GC S.L CIF B-99004541
  - Ubicación: Polígono Industrial El Zafranar, 50550 de Mallén (Zaragoza).
- Nueva Instalación de generación a hibridar.
  - Tipo de tecnología: Fotovoltaica.
  - Grupo/Subgrupo: b.1.1
  - Potencia paneles: 2.305,8 kWp
  - Potencia Inversores: 2.250 kW
  - Potencia Nominal: 2.250 kW
  - Titular: SOLUTEX GC S.L CIF B-99004541
  - Ubicación: Polígono Industrial El Zafranar, 50550 de Mallén (Zaragoza).
- Nueva potencia total instalada: 1.000 + 2.250 = 3.250 kW
- Tensión de conexión: 15.000 V
- Ubicación:
  - Referencia catastral 50161<sup>a</sup>004010120000DI
  - Clase: Urbano no consolidado.
  - Uso principal: Suelo sin edificar.
  - Superficie: 36.483 m<sup>2</sup>
  - Polígono 4 Parcela 1012 ZAFRANAR. MALLÉN (ZARAGOZA).
  - Coordenadas UTM X: 632154; Y: 4639772N.
- Elementos de acumulación: No existen.
- Modalidad de autoconsumo con excedentes.
- CUPS Consumidor Eléctrico Asociado: ES0031300571659001HJ0F
- Presupuesto: 1.198.135,00 €

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 1. Antecedentes

- i. Con fecha 31/01/2025 SOLUTEX GC S.L, solicitó ante la SECRETARIA GENERAL TÉCNICA DEL DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA, COMITIVIDAD Y DESARROLLO EMPRESARIA, la AUTORIZACIÓN ADMINUSTRATIVA PREVIA de la nueva planta de generación fotovoltaica mediante la hibridación de la instalación de cogeneración (trigeneración) existente en su factoría de Mallén. Junto con el resto de la documentación requerida, se aportó el correspondiente ANTEPROYECTO, firmado por el Ingeniero Industrial José Ramón Álvarez Enríquez y visado el 30/01/2025 por el C.O.I.I.M con el nº 202404415.  
A esta solicitud se le asignó número de registro: **RT\_3006374488/2025**
- ii. El 11/03/2025 se recibió escrito de la Dirección General de Energía y Minas N° exp IP-PC-0025/2025 solicitando la presentación de un estudio técnico-económico de la viabilidad del proyecto. El 19/03/2025 se presentó el estudio técnico requerido quedando registrado con el nº **RT\_3006561209/2025**.
- iii. Con fecha 27/03/2025, se recibe notificación de la Dirección General de Energía y Minas N° exp IP-PC-0025/2025 por la que se **admite a trámite de autorización administrativa previa** el proyecto de ejecución del módulo fotovoltaico de la instalación híbrida de cogeneración (trigeneración), dando traslado del expediente de solicitud de autorización administrativa previa y de construcción al Servicio Provincial de Zaragoza para su tramitación.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 2. Introducción

SOLUTEX GC S.L, es una compañía innovadora, global y sostenible que fabrica ácidos grasos omega 3 y sus mediadores lipídicos para la industria nutracéutica, cosmética y farmacéutica. La utilización de la tecnología de extracción con anhídrido carbónico supercrítico le permite ofrecer productos con gran valor añadido bien conocidos mejorando sus características y ampliando su número de aplicaciones

Ya en el origen de la empresa, SOLUTEX GC, incorpora el concepto de sostenibilidad que ha ido desarrollando a lo largo de los años. Desde muy temprano se incorpora el concepto de trazabilidad bajo ISO 22000 y el cumplimiento de los estándares de sostenibilidad FOS "Friend of the Sea" aplicado al conjunto de los productos comercializados exigiéndose internamente unos altos controles en los procesos que llegan hasta un exhaustivo certificado de contaminantes y materiales no deseados para la salud y el medio ambiente.

Posteriormente se inició un exigente programa de circularidad que llevó a la obtención del sello Aragón Circular. El programa incluye un riguroso control de todos los productos originados en la cadena productiva para valorizarlos como productos de mercado dando lugar a fertilizantes nitrogenados para la agricultura, ácidos grasos para alimentación animal, materiales para biodiesel y productos para consumo humano basados en los omega 3.

Desde el punto de vista medioambiental, SOLUTEX GC, proyectó en 2021 una Hoja de Ruta de optimización energética cuya línea principal es la sustitución paulatina del gas natural como recurso energético para migrar a la energía eléctrica como principal vector pasando el gas a ser vehículo de apoyo. Igualmente, el consumo de agua es muy controlado ya que no se necesita fundamentalmente en los procesos químicos de la empresa.

Respecto al porfolio, los nuevos productos de Solutex -LIPINOVA\_ han sido concebidos desde el principio europeo de Seguros y Sostenibles desde el Diseño (SSbD) y se trabaja en un ordenamiento del porfolio comercial desde la sostenibilidad

En la actualidad, y con la aparición de la Directiva UE CSRD en noviembre de 2022, la empresa está revisando su estrategia para adaptarla a la misma elevando a la categoría de Plan Director de Sostenibilidad sus iniciativas y métricas (por ejemplo, KgrCO2/KgrOmega3).

Recientemente ha recibido la resolución favorable por parte del Ministerio de Industria y Turismo de la concesión de ayudas a proyectos de descarbonización de la industria manufacturera del año 2024 (PERTE DESCARBONIZACIÓN INDUSTRIAL- DI1) Nº Expediente: DI1-010000-2024-46, y en concreto al Proyecto Tractor: NUEVO MODELO TRANSFORMADOR SOSTENIBLE DE PRODUCCIÓN DE OMEGA 3, MEDIANTE BIOCONVERSION Y RENOVABLES (TRANSBIO 3).

Dentro de las actuaciones de este Proyecto Tractor, se contempla como uno de los Proyectos Primarios la implantación de un parque fotovoltaico para el autoconsumo de su fábrica en Mallén.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

La implementación de este Proyecto Tractor conlleva una reducción de 2.012,66 tCO<sub>2</sub>/año según el siguiente detalle:

<b>REDUCCIONES DE EMISIONES por PROYECTO</b>	Kwh	Fac em (t/MWh)	tCO <sub>2</sub>
<b>Total Energia FV producida (kWh)</b>	<b>3.637</b>	0,16	581,92
<b>Proyecto Inversion (553,9Ton medio/alto DHA)</b>	Ver racional		429,74
<b>Proyecto I+D (350Ton glicerol)</b>	Ver racional		1.001,00
<b>Total reducidas</b>			2.012,66

SOLUTEX GC dispone de una instalación de cogeneración de 1.000 kW en la modalidad de autoconsumo con excedentes conectada a la red de distribución de EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES S.LU (ENDESA) según contrato para la ejecución de las instalaciones eléctricas de fecha 20/01/2012 con el cumplimiento de los procedimientos establecidos de acceso y conexión ref ENDESA 130305/DGA G-CC-Z-062/2010 y posterior contrato acceso técnico de acceso y conexión para la entrega de energía firmado entre SOLUTEX GC y ENDESA DISTRIBUCIÓN el 21/06/2013.

La instalación de cogeneración (trigeneración) actual está inscrita en el RAIPRE con el Nº 111690 / 661/PRE-2469/2013 y tiene asociado como consumidor eléctrico al suministro con CUPS: ES0031300571659001HJ0F.

Por todo lo anteriormente expuesto, se plantea la hibridación de la instalación de cogeneración mediante la instalación de una nueva planta fotovoltaica para autoconsumo en la modalidad de excedentes ubicada en terrenos propios y anexos a la fábrica de las siguientes características:

- Instalación de generación actual.
  - Tipo de tecnología: Cogeneración gas natural.
  - Grupo/Subgrupo: a.1.1
  - Potencia: 1.000 kW
  - CIL: ES0031000001011963XK1F001.
  - Tipo: Con autorización de puesta en servicio en la modalidad de autoconsumo con excedentes
  - Titular: SOLUTEX GC S.L CIF B-99004541
  - Ubicación: Polígono Industrial El Zafranar, 50550 de Mallén (Zaragoza).

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

- Nueva Instalación de generación a hibridar.
  - Tipo de tecnología: Fotovoltaica.
  - Grupo/Subgrupo: b.1.1
  - Potencia paneles: 2.305,8 kWp
  - Potencia Inversores: 2.250 kW
  - Potencia Nominal: 2.250 kW
  - Titular: SOLUTEX GC S.L CIF B-99004541
  - Ubicación: Polígono Industrial El Zafranar, 50550 de Mallén (Zaragoza).



	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 3. Objeto

EL presente documento tiene por objeto la solicitud por parte de SOLUTEX GC, de la Autorización Administrativa de Construcción de acuerdo a lo establecido en la Ley 1/2021 de la Comunidad de Aragón de simplificación administrativa de la hibridación de la instalación de cogeneración existente mediante la construcción de una nueva planta fotovoltaica de 2.250 kW.

Este proyecto ejecutivo abarca la descripción de los distintos equipos y componentes eléctricos necesarios para llevar a cabo la citada actualización de acuerdo con contemplado en el artículo 66 de la Ley 1/2021.

Queda excluido del alcance y objeto de este proyecto, cualquier otra instalación o equipo ajeno a lo expresado en este documento.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

#### 4. Emplazamiento

La instalación, objeto de este proyecto, se ubica dentro de los límites del término municipal de Mallén, provincia de Zaragoza. El terreno en cuestión pertenece al Polígono Industrial “El Zafranar”.

Las instalaciones actuales de Solutex actuales están ubicadas en el Polígono El Zafranar con acceso desde la calle Rioja 6, y comprende las siguientes parcelas:

- Parcela 22-02 de 12.004m<sup>2</sup>
- Parcela 22-04 de 4.967m<sup>2</sup>
- Parte de la Parcela 22-03 de 4.269,63m<sup>2</sup> (sin edificar).

La ampliación de las instalaciones se desarrollará en la parcela actual y en la parcela colindante con denominación Parcela 1012 polígono 4 del paraje el “Zafranar” con una superficie de 36.483 m<sup>2</sup> de referencia catastral 50161A004010120000DI

La parcela 1012 polígono 4 está catalogada como suelo Urbano No Consolidado de Unidad de Ejecución UE 2 ZAF. Por lo que las obras en dicha parcela son condicionadas a las prescripciones señaladas en la compatibilidad Urbanística.

Las instalaciones afectadas en este proyecto se pueden ver en los planos correspondientes de este Proyecto.

Poligonal Planta de Generación:

- 1: 632009E, 4639777N
- 2: 632006E, 4639773N
- 3: 632014E, 4639700N
- 4: 632012E, 4639697N
- 5: 631967E, 4639692N
- 6: 631962E, 4639690N
- 7: 632018E, 4639536N
- 8: 632033E, 4639529N
- 9: 632068E, 4639535N
- 10: 632104E, 4639531N
- 11: 632194E, 4639565N
- 12: 632199E, 4639575N
- 13: 632160E, 4639619N
- 14: 632157E, 4639653N
- 15: 632133E, 4639695N
- 16: 632064E, 4639783N

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

De la consulta descriptiva y gráfica en la Dirección General del Catastro, constan los siguientes datos del terreno de la planta fotovoltaica.

- Referencia catastral 50161<sup>00</sup>04010120000DI
- Clase: Urbano no consolidado.
- Uso principal: Suelo sin edificar.
- Superficie: 36.483 m<sup>2</sup>
- Polígono 4 Parcela 1012 ZAFRANAR. MALLÉN (ZARAGOZA).
- Coordenadas UTM X: 632154; Y: 4639772N.

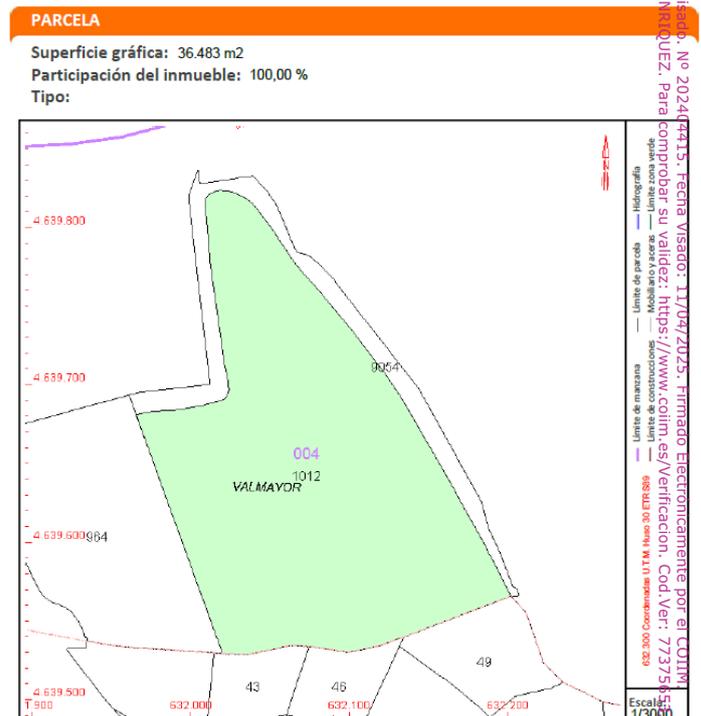
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: No 2024444115. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM. Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 773758



## CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 50161A004010120000DI

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE			
<b>Localización:</b>			
Polígono 4 Parcela 1012			
ZAFRANAR. MALLÉN [ZARAGOZA]			
<b>Clase:</b> URBANO			
<b>Uso principal:</b> Suelo sin edif.			
<b>Superficie construida:</b>			
<b>Año construcción:</b>			
<b>CULTIVO</b>			
Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m <sup>2</sup>
0	CR Labor o labradío regadio	03	36.483



	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

#### 4.1. No afección con otras instalaciones energéticas

De acuerdo con lo indicado en el punto b del artículo 60 de la Ley 1/2021 no se dan los supuestos de afección con otras instalaciones energéticas al no existir superposición de la poligonal de la planta fotovoltaica otra instalación de producción de energía.

Por la parcela discurre actualmente una línea eléctrica de 15 kV a la que se le dejará la correspondiente servidumbre de paso (ver planos).

#### 4.2. Justificación del no sometimiento al procedimiento de impacto ambiental, actividad clasificada e información pública

Al tratarse de un terreno de 3,6 Ha, para la instalación solar objeto de este proyecto, no se cumplen ninguno de los supuestos considerados en los anexos I y anexo II de la Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón que le pudieran ser de aplicación y que se citan a continuación:

##### *ANEXO I: PROYECTOS SOMETIDOS A LA EVALUACIÓN AMBIENTAL ORDINARIA REGULADA EN EL TÍTULO I, CAPÍTULO II*

###### *Grupo 3. Industria energética*

*3.10 Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen más de 100 ha de superficie.*

###### *Grupo 9. Otros proyectos.*

*9.1 Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad:*

*9.1.18 Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen una superficie de más de 10 ha.*

##### *ANEXO II PROYECTOS SOMETIDOS A LA EVALUACIÓN AMBIENTAL SIMPLIFICADA REGULADA EN EL TÍTULO I, CAPÍTULO II*

###### *Grupo 4. industria energética.*

*4.8 Instalaciones para producción de energía eléctrica a partir de la energía solar, destinada a su venta a la red, no incluidas en el anexo I ni instaladas sobre cubiertas o tejados de edificios o en suelos urbanos y que ocupen una superficie mayor de 10 ha.*

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	<b>Prep.</b>	J.B.A
		<b>Rev.</b>	G.A.D.P.
		<b>Apro.</b>	J.R.A.E.
		<b>Rev.</b>	0
		<b>Fecha</b>	10/04/2025

<b>DOC Nº</b> <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	<b>TÍTULO</b> <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	--

En consecuencia y a falta del pronunciamiento favorable por parte del Órgano Competente de la Administración, en principio la nueva planta fotovoltaica no está sometida al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria ni simplificada.

Del mismo modo al cumpliese el supuesto considerado en el punto 7 del Anexo V de la citada Ley 11/2014 (Instalaciones fotovoltaicas sin combustión auxiliar ubicadas en suelo urbano. Instalaciones fotovoltaicas sin combustión auxiliar ubicadas en suelo no urbanizable genérico que no estén en zona ambientalmente sensible y que ocupen una superficie inferior a las 5 hectáreas) la actividad de la nueva planta fotovoltaica está excluida de licencia ambiental de actividades clasificadas.

Por último, en lo relativo al emplazamiento, al ser la tensión nominal inferior a 66 kV, ubicarse todas las instalaciones en terrenos del titular y tal y como parece de no de no requerirse la declaración de utilidad pública, se darían por satisfechos los supuestos establecidos en el artículo 69 de la Ley 1/2021, por lo que no se requerirá el trámite de información pública para la autorización administrativa lo que implicaría la simplificación del procedimiento.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 5. Titular

El titular de la instalación actual de cogeneración, el consumidor eléctrico asociado (fábrica) y la futura instalación fotovoltaica incluyendo los terrenos asociados a la misma, es SOLUTEX GC S.L. con CIF B-99004541 y domicilio en Avda. de la Transición Española 24, parque empresarial Omega, Edificio Gamma, 3º, 28108 Alcobendas (Madrid).

## 6. Normativa aplicada

### 6.1. Normas Generales

- 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 (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 KVA y centrales de autogeneración eléctrica.
- El Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- RD-ley 15/2018, de 5 octubre de medidas urgentes para la transición energética y los Consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones Administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

- Real Decreto Ley 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico
- El Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, por el que se establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, el Reglamento (UE) 2016/1388 de la Comisión, de 17 de agosto de 2016, por el que se establece un código de red en materia de conexión de la demanda y el Reglamento (UE) 2016/1447 de la Comisión, de 26 de agosto de 2016.
- Real Decreto 647/2020 y Orden TED 749/2020 (Notificaciones Operacionales)
- Normativa de Acceso y Conexión (Real Decreto 1183/2020 y Circular 1/2021)
- REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 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.
- La norma IEC 62548-1:2023, Photovoltaic (PV) arrays - Part 1: Design requirements.

## 6.2. Normativa Autonómica y Municipal

- Ley 1/2021, de 11 de febrero, de simplificación administrativa.
- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.
- LEY 5/2024, de 19 de diciembre, de medidas de fomento de comunidades energéticas y autoconsumo industrial en Aragón.
- Orden EIE/1731/2017, de 5 de octubre, de regulación de determinados procedimientos administrativos en materia de seguridad industrial de las instalaciones eléctricas de baja tensión.
- ORDEN de 23 de diciembre de 2009, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se aprueban las Especificaciones Particulares sobre instalaciones eléctricas de baja tensión de las

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

empresas distribuidoras de energía eléctrica, que bajo la marca ERZ Endesa desarrollan su actividad, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón.

- Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el Real Decreto 455/2012, de 5 de marzo, por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio. «BOE» núm. 90, de 14 de abril de 2016.

### 6.3. Normas de la Compañía Distribuidora

- Guía de Interpretación NRZ102: Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución Consumidores en Alta y Media Tensión (edición 2º 09-2018).
- Guía de interpretación NRZ104: Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Generadores en Alta y Media Tensión (edición 6ª 05-2024).
- Normas técnicas particulares de la compañía Distribuidora e-Distribución Redes Inteligentes (ENDESA).

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 7. Punto de acceso y conexión

El punto de conexión con la red de e-Distribución Redes Inteligentes (ENDESA), se realizará en el mismo punto que actualmente está conectada la planta de cogeneración con código de punto frontera EDY253H171 y que alimenta además al consumidor eléctrico asociado para autoconsumo.

En los anexos se adjunta emisión favorable de la solicitud de acceso y conexión hibridación fotovoltaica emitido por la Distribuidora.

En los siguientes apartados se describe las características de permiso de acceso y conexión:

- Fecha de obtención de los permisos de acceso y conexión: 18 de diciembre de 2024
- Referencia de la garantía económica por la Administración:
- Capacidad de acceso concedida de generación: 1.050 kW
- Capacidad de acceso concedida de consumo: No aplica
- Potencia instalada: 2.250 kW
- Ubicación: PG EL ZAFRANAR PCI. 54.18. 50550. MALLÉN. ZARAGOZA.
- Tipo de generación: FOTOVOLTAICA
- Punto de conexión concedido: Punto de Conexión: En nueva Celda de Línea de MT a instalar en el CT 58243 de la Línea de M.T. CO\_SOLUTEX perteneciente a la SET MALLÉN a la tensión de voltios.
- Coordenadas UTM del punto de conexión concedido (X, Y, Huso): (632194.66, 4639629.85, 30)
- Tensión nominal del punto de conexión (V):
- Significatividad según RO 647/2020: Tipo B

## 8. Descripción de la instalación actual de generación

SOLUTEX GC S.L. cuenta en su planta SOLUTEX MALLÉN con una planta de cogeneración con un motogenerador de gas natural de 1.000 kW eléctricos de potencia conectado en 15 kV a la red de distribución de e-Distribución Redes Inteligentes (ENDESA) a través de la Subestación Transformadora Propia.

## 9. Consumidor eléctrico asociado

El consumidor eléctrico asociado para el autoconsumo son las instalaciones actuales que SOLUTEX dispone en su fábrica de Mallén.

Las características de este suministro son las siguientes:

Dirección del Suministro: Polígono Industrial El Zafranar, 50550 de Mallén (Zaragoza).

- Titular: SOLUTEX GC.
- CUPS: ES0031300571659001HJ0F
- Tarifa ATR: 6.1 TD
- Potencias Contratadas:

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

- P1=P2=P3=P4=P5 = 1.100 kW
- P6= 1.600 kW

## 10. Descripción de la nueva instalación

SOLUTEX GC S.L. contará en su planta de SOLUTEX MALLÉN con una instalación de paneles fotovoltaicos sobre suelo con una potencia nominal de 2.250 kW.

### 10.1. Planta fotovoltaica

La instalación fotovoltaica consiste en un sistema de generación eléctrica que transforma la energía de la radiación solar en energía eléctrica mediante dispositivos denominados células. La energía eléctrica generada es empleada para autoconsumo de la fábrica, con la posibilidad de verter los excedentes a la Red de Distribución de la compañía eléctrica E-DISTRIBUCIÓN REDES INTELIGENTES (ENDESA), a través de los necesarios elementos de transformación, protección y maniobra.

En un primer paso la energía procedente de la radiación solar es captada y transformada en energía eléctrica en las citadas células, las cuales se encuentran agrupadas, encapsuladas e interconectadas en bloques denominados módulos o paneles fotovoltaicos.

Esta instalación solar estaría ubicada sobre el suelo de unos terrenos propios y anexos al oeste del consumidor eléctrico asociado (fábrica) con referencia catastral 50161ª004010120000DI. Esta instalación fotovoltaica estaría formada por unos 3.780 paneles fotovoltaicos fijados al terreno mediante una estructura de perfiles de aluminio hincados sobre el suelo con una inclinación de 30 ° (ver planos). Los paneles solares contemplados inicialmente serán de la marca GCL, modelo NTR12R/66DF o similar, con 610 Wp de potencia pico unitaria.

La energía eléctrica producida es en forma de corriente continua de baja tensión (<1500VCD) y se convierte en corriente alterna trifásica mediante inversores trifásicos de la marca GOODWE, modelo GW250KN-HT o similar, de 250 kW de potencia nominal, que la convierte en corriente alterna de la misma frecuencia y tensión que la proporcionada por el lado de baja tensión del centro de transformación de la propia instalación fotovoltaica, es decir, 800 VAC, 50Hz.

Los paneles se conectarán en serie conformando los llamados Strings, hasta 6 Strings por inversor, esto reducirá los costes por cableado en la parte de corriente continua.

El parque objeto del proyecto está compuesto por 9 inversores fotovoltaicos de 250 kW cada uno, siendo la suma de los inversores 2250 kW.

El parque contará con un total de 3780 paneles de las características antes mencionadas, configurando un campo fotovoltaico de 2305,8 kWp. Los paneles se instalarán sobre el terreno que se indican en el plano 24018SMCPFV-PL PLANO DE IMPLANTACIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA.

La potencia nominal del parque se considera como la menor de entre las de los inversores y los paneles, en este caso corresponde a la de los inversores, es decir, 2250 kW.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>		Prep.	J.B.A
			Rev.	G.A.D.P.
			Apro.	J.R.A.E.
			Rev.	0
			Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Los paneles irán anclados sobre estructuras aptas para su colocación sobre el terreno.

Los paneles se distribuirán en cada uno de los inversores de acuerdo con la siguiente tabla:

Nº Entrada MPPT	Paneles en string	String en paralelo	U <sub>oc</sub> máx. (V)	U <sub>mppt</sub> (V)	I <sub>mppt</sub> (A)	Pot. String (kWp)	P total MPPT (kWp)
1	28	3	1464,65	1134,84	45,15	17,08	51,24
2	28	3	1464,65	1134,84	45,15	17,08	51,24
3	28	3	1464,65	1134,84	45,15	17,08	51,24
4	28	2	1464,65	1134,84	30,10	17,08	34,16
5	28	2	1464,65	1134,84	30,10	17,08	34,16
6	28	2	1464,65	1134,84	30,10	17,08	34,16

*Potencia total de los paneles corriente continua (DC) conectada al inversor 256,2 kWp./inversor*

Potencia total corriente continua (DC) de los paneles:  $256,2 \times 9 = 2.305,8$  kWp.

Potencia corriente alterna (AC) nominal de la planta:  $250 \times 9 = 2.250$  kW.

Las salidas de los inversores en corriente alterna trifásica se conectarán a un transformador de potencia que las eleva hasta los 15 kV de la red de distribución.

El conjunto dispondrá de los necesarios elementos de protección que garanticen en todo momento la seguridad de las personas y la calidad del suministro eléctrico.

Los paneles se unirán entre sí mediante conductor flexible H1Z2Z2-K-1.5/1.5 kVdc de 6 mm<sup>2</sup> o similar. Todo el cableado de la instalación se realizará con conductores que cumplan la norma UNE 21030.

De acuerdo con la norma UNE 62548 no es necesario proteger los strings de paneles con protecciones de sobrecorriente cuando la corriente de cortocircuito por el número de strings en paralelo menos 1 sea menor que la capacidad máxima de fusible del módulo fotovoltaico, en este caso:  $3 \text{ strings} - 1 \times 15,85 \text{ A} < 35 \text{ A}$ , por lo que no es necesaria.

El marco de cada panel estará conectado con cable de cobre de sección mínima 6 mm<sup>2</sup>.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Los paneles ocuparán una superficie total de 10.210,49 m<sup>2</sup> y contará con los siguientes elementos:

PARQUE FOTOVOLTAICO DE 2250 kW					
INVERSORES			MÓDULOS		
Cant.	Modelo	Potencia ud.	Cant.	Modelo	Potencia ud
<b>9</b>	<b>GW250KN-HT</b>	<b>250 kW</b>	<b>3780</b>	NTR12R/66DF	<b>610 Wp</b>

Tendremos que asegurar un grado de asilamiento eléctrico mínimo de tipo básico clase I en lo que respecta a equipos (módulos e inversores) y al resto de materiales (conductores, cajas, armario de conexión...). En este apartado exceptuaremos el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de las personas, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

Debido a que la tensión nominal de los strings supera los 1000 Vcc se permitirá el acceso a las instalaciones fotovoltaicas únicamente al personal cualificado competente.

La zona comprendida entre los paneles fotovoltaicos y el inversor, en corriente continua, estará protegida por:

- Protección de sobretensiones de tipo II.
- Vigilancia del aislamiento incorporada en el inversor.
- Monitorización de strings fotovoltaicos.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 10.1.1. Características paneles fotovoltaicos

Inicialmente se consideran los paneles fotovoltaicos de las siguientes características:

<b>Fabricante</b>	GCL	
<b>Tipo de panel</b>	GCL-NT12R/66GDF	
<b>Potencia nominal máxima</b>	Wp	610
<b>Tensión nominal</b>	V	40,53
<b>Intensidad nominal</b>	A	15,05
<b>Tensión de circuito abierto</b>	V	48,1
<b>Corriente de cortocircuito</b>	A	15,85
<b>Eficiencia del módulo</b>	%	22,58
<b>Temperatura de operación</b>	°C	-40 ~ +85
<b>Máxima tensión del sistema</b>	V	1500 (IEC/UL)
<b>Número de celdas</b>	132 (6 x 22)	
<b>Dimensiones</b>	mm	2382 x 1134 x 30
<b>Peso</b>	kg	32,6
<b>Cobertura frontal cristal templado</b>	mm	2
<b>Cable</b>	mm <sup>2</sup>	4

En función de la disponibilidad y precios del mercado la marca, modelo, características técnicas, así como el número de los paneles podrán estar sujetos a cambios.

### 10.1.2. Características del inversor

Inicialmente se consideran los inversores de las siguientes características:

<b>Fabricante</b>	GOODWE	
<b>Tipo de inversor</b>	GW250KN-HT	
<i>Entrada (DC)</i>		
<b>Tensión máxima</b>	V	1500
<b>Corriente máxima por MPPT</b>	A	60
<b>Corriente de cortocircuito máximo por MPPT</b>	A	90
<b>Tensión de arranque</b>	V	550
<b>Rango nominal de tensión MPPT</b>	V	500 – 1500
<b>Tensión nominal de entrada</b>	V	1160
<b>Número de entradas</b>	18 (6 * 3)	
<b>Número de MPPT</b>	6	
<i>Salida (AC)</i>		
<b>Potencia nominal</b>	kW	250
<b>Potencia aparente máxima</b>	kVA	250
<b>Potencia activa máxima (cosφ = 1)</b>	kW	250

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

<b>Tensión nominal</b>	V	800
<b>Frecuencia</b>	Hz	50/60
<b>Corriente nominal</b>	A	180,5
<b>Factor de potencia ajustable</b>		0,8 LG ... 0,8 LD
<b>Distorsión armónica total máxima</b>		< 3%

*Eficiencia*

<b>Eficiencia máxima</b>	%	99,00
<b>Eficiencia europea</b>	%	98,70

*Protecciones*

<b>Dispositivo de desconexión lado entrada</b>	Sí
<b>Protección anti-isla</b>	Sí
<b>Sobrecorriente AC</b>	Sí
<b>Polaridad inversa DC</b>	Sí
<b>Descargador de sobretensiones DC</b>	Tipo II
<b>Descargador de sobretensiones AC</b>	Tipo II
<b>Detección de resistencia de aislamiento DC</b>	Sí
<b>Unidad de monitorización de corriente residual</b>	Sí
<b>Protección contra cortocircuito CA</b>	Sí

*Información general*

<b>Dimensiones</b>	mm	1091 x 678 x 341
<b>Peso (Con placa de montaje)</b>	kg	111 kg
<b>Rango de temperatura de operación</b>	°C	-30 a 60
<b>Método de refrigeración</b>		Mediante ventilación inteligente
<b>Altitud máxima de operación sin derrateo</b>	m	4.000
<b>Humedad relativa</b>	%	0 - 100
<b>Conector DC</b>		MC4 EVO2
<b>Conector AC</b>		Terminal OT/DT
<b>Grado de protección</b>		IP66
<b>Topología</b>		Sin transformador

*Certificados*

EN 62109-1, EN 62109-2, NTS 2016/631

En función de la disponibilidad y precios del mercado la marca, modelo, características técnica y número de los inversores podrán estar sujetos a cambios.

### 10.1.3. Descripción del funcionamiento del inversor

Los inversores son los encargados de convertir la corriente continua generada en los módulos solares en corriente alterna sincronizada con la red.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generen potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. En el momento en que ésta es suficiente, el aparato comienza a inyectar a la red.

Se utilizarán 9 inversores trifásicos de la marca GOODWE, modelo GW250KN-HT, de 250 kVA de potencia nominal cada uno y que disponen de 6 MPPT (Maximun Power Point Tracker, Seguidor del punto de máxima potencia), con 3 entradas en corriente continua por cada MPPT, para la conexión de los strings procedentes del generador fotovoltaico y una para la salida de corriente alterna.

Los inversores trabajan de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red el inversor deja de funcionar. Puesto que la energía que consume la electrónica procede de los paneles solares, por la noche el inversor sólo consume una pequeña cantidad de energía procedente de la red de distribución de la compañía.

El inversor GW250KN-HT ofrece diversas características de protección, incluyendo; contra fallos de aislamiento en DC, contra fallos por polarización inversa, contra fallos de sobretensiones transitorias tanto DC y AC, contra sobrecargas en CA. La protección anti-isla previene la generación de energía en caso de corte de la fuente de energía primaria.

Los Inversores cuentan con grado protección IP66 por lo que serán instalados en el exterior en las proximidades de los paneles a los que estén conectados.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 10.2. Sistema eléctrico

El sistema eléctrico de la instalación descrita se compondrá de:

- Instalación de Media Tensión a 15 kV, para interconectar los transformadores de tensión de la instalación fotovoltaica a las celdas de interconexión.
- Instalaciones de Baja Tensión < 1 kV, en corriente alterna y < 1,5 kV en corriente continua, compuesta por todos los servicios auxiliares, sistemas de control y protección y la instalación fotovoltaica.
- Red de tierras, compuesta por la red de tierras de servicio y la red de tierras de protección.

### 10.2.1. Instalación eléctrica de baja tensión

La instalación eléctrica de la ampliación estará realizada de acuerdo con el reglamento electrotécnico de baja tensión, Decreto del ministerio de Ciencia y Tecnología 842/2002, de 2 de agosto, (BOE 18 de septiembre de 2002) y de sus instrucciones técnicas complementarias.

- Prescripciones de carácter general:
  - o Local exento de atmósferas explosivas, polvo combustible y fibras o materiales volátiles fácilmente inflamables. Por lo tanto, las prescripciones a emplear serán de carácter general.
  - o Conductores activos, en alterna se aplica a los conductores fase y neutro, en continua a los conductores polares y al compensador.
  - o Los conductores a emplear son flexibles de cobre, de una tensión mínima de aislamiento de 1000 V en alterna y 1500 V en continua.
  - o La sección de los conductores se determinó de forma que la caída de tensión sea menor del 3% del valor nominal en el origen de la instalación para alumbrado y del 5% para los demás usos, 3% para generadores eléctricos.
  - o Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente son las señaladas en la tabla I y II ITC-BT-19 para conductores de 750 V.
  - o Para conductores de 1000 V se aplican los valores de las tablas de UNE-HD 60364-5-52.
  - o Los elementos situados en los cuadros estarán identificados por medio de rótulos.
  - o Todas las conexiones disponen de terminales de presión, no admitiéndose la conexión directa de hilos en las bornas.
  - o Las secciones mínimas son: 2,5 mm<sup>2</sup> para circuitos de intensidad y de tensión.
  - o En el caso de equipos electrónicos, la sección de cables será de 0,5 mm<sup>2</sup> o superior.
  - o Todos los circuitos de intensidad y de tensión para medida irán equipados con bornes de prueba que estarán perfectamente identificados.
- Medidas de protección contra contactos directos e indirectos.

Las instalaciones eléctricas estarán realizadas de forma que no supongan riesgos para las personas, tanto en servicio normal, como cuando puedan presentarse averías previsibles.

En relación con estos riesgos deben de protegerse aplicando las medidas de protección necesarias contra los contactos directos e indirectos.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Estas medidas de protección son las señaladas en la instrucción ITC-BT-024. Tensiones con relación a tierra inferiores a 50 V.

- Protecciones contra contactos directos.
- Protecciones contra contactos indirectos; Conexiones equipotenciales.
- Resistencias de aislamiento y rigidez dieléctrica:

Las instalaciones deberán de presentar una resistencia de aislamiento, por lo menos, igual a  $1000 \times V$  ohmios. Siendo V la tensión máxima en voltios con un mínimo de  $250.000\Omega$ .

En cuanto a la rigidez dieléctrica ha de ser tal que, desconectados los aparatos de la instalación, soporte durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2xV + 1000$  Voltios con un mínimo de 1500 V.

Ejemplo:  $2 \times 800 + 1000 = 2600$  V.

- Sistemas de instalación. Canalizaciones:

El sistema de instalación estará realizado a través de canalizaciones fijas.

Conductores aislados, bajo tubos protectores de PVC y canalizaciones por bandeja de PVC o acero galvanizado.

Los tubos serán rígidos o flexibles con un grado de protección 7 o 9, dimensionados suficientemente para evitar calentamientos según ITC-BT-021, colocados directamente sobre paredes o en la estructura de la nave y máquina.

Las cajas de derivación serán del tipo estanco, con un grado de protección tal que se evite la penetración de polvo en el interior.

Los envolventes de los equipos serán de un grado de protección IP-55.

- Protecciones contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.

Se prevendrán de la siguiente forma:

Sobrecargas: El límite de intensidad admisible por un conductor ha de quedar garantizado por el dispositivo de protección.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Cortocircuitos: En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admitirán como protecciones los fusibles y los interruptores automáticos electromagnéticos de características adecuadas.

- Puesta a tierra, tierra de protección

Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensión con respecto a tierra que puedan presentar en un momento las masas metálicas.

Los circuitos de puesta a tierra forman una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra es tal que cualquier masa no puede dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en local o emplazamiento conductor, 50 V en los demás casos.

Las secciones mínimas serán de 16 mm<sup>2</sup> para las líneas principales y de 35 mm<sup>2</sup> para las líneas de enlace con tierra en conductores de cobre.

Para las derivaciones de las líneas principales y conductores de protección las secciones son las indicadas en la instrucción ITC-BT-019.

Las conexiones de los cables se realizarán con grapas específicas a tal fin.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 10.2.1.1. Sistema de baja tensión de planta fotovoltaica

La generación de la planta fotovoltaica estará conectada a un transformador de las siguientes características:

- Potencia nominal: 2500 kVA
- Relación de transformación: 15000 / 800 V
- Tensión de cortocircuito: 6,0 %
- Grupo de vectores: Dyn11
- Cumple con niveles de pérdidas ecodesign II UNE EN 50708-2-1 y reglamento europeo 548-2014 y 1783/2019.
- Diseñado con factor  $K \geq 3$ .

La distancia entre el transformador (BT) y el CGBT-FV será de 8 metros.

La línea de interconexión entre el transformador y el CGBT-FV será:

- Tipo constructivo: RV-K (XLPE) o similar
- Tensión nominal: 0,6/1 kV
- Sección cobre: 6x(3x(1x185 mm<sup>2</sup>))
- Pantalla: Sin apantallar

Se instalarán al aire (40°C) sobre bandeja perforada (tipo rejilla), tipo de instalación 32F según la norma UNE-HD 60364-5-52 de 2022:

- Cable trifásico XLPE unipolares de 185mm<sup>2</sup> en instalación 32F: 460 A
- Factor de reducción por colocación 5 circuitos en paralelo: 0,85

La intensidad admisible en servicio permanente de la línea instalada al aire en bandeja a una temperatura de 40°C es de  $6 \times 460 \times 0,75 = 2346$  A. La intensidad máxima considerada para el cable será 125% de la suma de potencia de los generadores, o el 100% de la carga del transformador, la que resulte superior.

$I_{max}$  según generadores:  $9 \times 1,25 \times 180,5 = 2030,63$  A

$I_{max}$  Transformador: 1804,22 A

La caída de tensión entre el transformador y el CGBT-FV será 0,39V, es decir un 0,049%

La distancia entre los inversores y el transformador de la planta fotovoltaica será: Inversor 1: 85 metros, Inversor 2: 42 metros, Inversor 3: 28 metros, Inversor 4: 15 metros, Inversor 5: 27 metros, Inversor 6: 40 metros, Inversor 7: 75 metros, Inversor 8: 125 metros e Inversor 9: 150 metros.

Las líneas de interconexión entre el CGBT-PV y cada uno de los inversores será:

- Tipo constructivo: RV-K (XLPE) o similar
- Tensión nominal: 0,6/1 kV
- Sección cobre: 3x185 mm<sup>2</sup>.
- Pantalla: Sin apantallar

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Se instalarán enterrados bajo tubo (25°C, 1 K·m/W, profundidad 0,5m), tipo de instalación 70D1 según la norma UNE-HD 60364-5-52 de 2022:

- |   |       |
|---|-------|
| - Cable trifásico XLPE unipolares de 185 mm <sup>2</sup> en instalación 70D1: | 291 A |
| - Factor de reducción por profundidad 0,5m:                                   | 1,03  |
| - Factor de reducción por colocación 3 circuitos:                             | 0.65  |
| - Factor de corrección por resistividad del terreno:                          | 1,18  |

La intensidad admisible en servicio permanente de las líneas es de  $291 \times 1,03 \times 0,65 \times 1,18 = 229,89$  A. La intensidad máxima considerada para el cable será 125% de la intensidad máxima del inversor, 225,63 A.

La resistividad térmica del terreno se ha estimado a partir del Mapa de suelos de las provincias de Zaragoza, Huesca y Logroño, que se adjunta a este proyecto, en el que se clasifica el terreno sobre el que está construida la planta como suelo pardo-rojizo sobre terrazas medias, que equivale a suelo arcilloso. Los suelos de esta naturaleza tienen una resistividad típica del 1 K·m/W.

La caída de tensión entre el transformador y los inversores será:

- Inversor 1: 3,84 V, es decir un 0,48%.
- Inversor 2: 1,77 V, es decir un 0,22%.
- Inversor 3: 1,31 V, es decir un 0,16%.
- Inversor 4: 0,89 V, es decir un 0,11%.
- Inversor 5: 1,28 V, es decir un 0,16%.
- Inversor 6: 1,71 V, es decir un 0,21%.
- Inversor 7: 2,86 V, es decir un 0,36%.
- Inversor 8: 4,51 V, es decir un 0,56%.
- Inversor 9: 5,33 V, es decir un 0,66%.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico. Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro del transformador de acuerdo con el reglamento electrotécnico para baja tensión, así como de las masas del resto del suministro. En este caso, la separación galvánica se realizará por medio del transformador de potencia en el centro de transformación, separando galvánicamente la red de baja tensión proveniente de los inversores de la red de 15 kV de planta que se conecta a la red de compañía.

Cada una de las conexiones de AC de los inversores contará con protección magnetotérmica para contactos directos.

El CGBT-FV contará con un elemento de corte general mediante un interruptor automático de 3 polos para la protección del lado de baja tensión del transformador, dicho interruptor automático será de calibre 2000 A y poder de corte mínimo 35 kA.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 10.2.2. Instalación eléctrica de media tensión

### 10.2.2.1. Datos básicos del sistema de M.T.

- Tensión nominal:	15 kV
- Máxima tensión de servicio:	16,05 kV
- Mínima tensión de servicio:	13,95 kV
- Tensión más elevada:	24 kV
- Frecuencia:	50 Hz
- Tensión soportada a 50 Hz (1 min):	50 kV ef
- Tensión soportada onda 1.2/50 i.ts:	125 kV cr
- Potencia de cc barras de 15 kV:	51 MVA
- Intensidad de cc trifásico:	1,963 kA
- Sistema de neutro 15 kV:	Neutro aislado.

### 10.2.2.2. Situación Actual

La instalación de MT considerada en este documento parte del centro de transformación del CT2 y cuyo diagrama unifilar se incluye en el plano 24018SMPFV-PL ESQUEMA UNIFILAR GENERAL SITUACIÓN ACTUAL.

El actual CT2 cuenta con un conjunto de celdas de MT de la marca SCHNEIDER con embarrado para 630<sup>a</sup>, 16kA, tensión nominal 24kV.

- Celda 1: Celda de línea, modelo IM. Entrada desde el CT1.
- Celda 2: Celda de protección por ruptofusible, modelo QM.
- Celda 3: Celda de protección por disyuntor, modelo DM1-C.
- Celda 4: Celda de medida, modelo GBC2-C.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 10.2.2.3. Nuevo centro de transformación

Se instalará un nuevo centro de transformación conectado a la celda 2 con el centro de transformación 2, tal y como se indica en los planos 24018SMPFV-PL PLANO DE IMPLANTACIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA y 24018SMPFV-PL ESQUEMA UNIFILAR GENERAL CON PLANTA FOTOVOLTAICA.

El nuevo centro de transformación contará con las siguientes celdas:

- Celda 1: Celda de línea, modelo provista de interruptor seccionador de 630<sup>a</sup>, entrada de cable desde Centro de transformación 2.
- Celda 2: Celda de medida, provista con transformadores para medida y protección.
- Celda 3: Celda de interruptor, proporcionará salida para el transformador de la planta fotovoltaica.

Un transformador de potencia de la planta fotovoltaica, de las siguientes características:

- Marca: IMEFY o similar.
- Tipo: Seco
- Refrigeración. Al aire.
- Potencia nominal: 2500 kVA
- Relación de transformación: 15000 / 800 V
- Tensión de cortocircuito: 6,0 %
- Grupo de vectores: Dyn11
- Cumple con niveles de pérdidas ecodesign II UNE EN 50708-2-1 y reglamento europeo 548-2014 y 1783/2019.
- Diseñado con factor  $K \geq 3$ .

Se instalarán en módulos prefabricados de la marca Schneider con las siguientes características:

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° 20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

#### 10.2.2.4. Centro de transformación de la planta fotovoltaica

El transformador de tensión de la planta fotovoltaica se montará junto con su centro de transformación en un edificio prefabricado de hormigón de las siguientes características:

Fabricante	Ormazabal o similar	
Longitud	m	8,00
Anchura	m	2,38
Altura	m	2,64
Superficie ocupada	m <sup>2</sup>	19,04
Volumen exterior	m <sup>3</sup>	50,27

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

#### 10.2.2.5. Líneas de M.T.

Actualmente la planta cuenta con 2 líneas de MT.

1. Línea desde el centro de seccionamiento hasta el CT1.
2. Línea desde el CT1 hasta el CT2.

Se añadirá la siguiente línea:

1. Línea desde el CT2 hasta el centro de transformación de la planta fotovoltaica.

#### 10.2.2.6. Línea CT2 a CT-PFV

Desde la celda 2 del centro de transformación 2 se ejecutará una línea subterránea bajo tubo a la celda 1 del centro de transformación de la planta fotovoltaica.

La distancia de la línea será de 175 metros.

La línea de interconexión entre ellos consistirá en cable unipolar de aluminio de aislamiento polietileno reticulado (XLPE), con pantalla de cobre, nivel de tensión 12/20 kV designación AL RH-Z1 o similar, 1 cable por fase 3x(1x95mm<sup>2</sup>).

HEPRZ1 12/20kV – Características constructivas:

- Tipo constructivo: RH-Z1
- Tensión nominal: 12/20 kV
- Sección: 3x(1x95mm<sup>2</sup>)
- Pantalla: Cu 16 mm<sup>2</sup>
- Intensidad máxima admisible RH-Z1 Al 95mm<sup>2</sup> según ITC-LAT 06: 190 A
- Factor corrección profundidad 1 metro: 1,00
- Temperatura máx. del conductor en servicio permanente: 95 °C

La intensidad admisible en servicio permanente de la línea será de 190,00 x 1,00 = 190 A.

La intensidad máxima considerada para el cable será la intensidad nominal del transformador de centro de transformación de la planta fotovoltaica, 1804,22 A.

La caída de tensión será de 0,062%.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 11. Medida de la energía eléctrica

Este apartado tiene por objetivo describir las reformas que se llevarán a cabo en la instalación de Solutex Mallén para adaptarla a los requerimientos establecidos en el Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las nuevas condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica así como el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y la Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

De acuerdo con el artículo 7 del Real Decreto 1110/2007, al tratarse de un punto situado en la frontera de generación con una potencia aparente inferior a 12 MVA y superior a 450 kW se trata una medida de tipo 2.

Actualmente la planta cuenta con dos puntos de medida de facturación (CUPS ES0031300571659001HJ0F).

Para la adecuación de la medida existente a los actuales requerimientos de autoconsumo, se tendrá en consideración lo establecido CAPÍTULO IV del RD 244/2019 que se resumen a continuación:

- ✓ Con carácter general, los consumidores acogidos a cualquier modalidad de autoconsumo deberán disponer de un equipo de medida bidireccional en el punto frontera o, en su caso, un equipo de medida en cada uno de los puntos frontera.
- ✓ De acuerdo a lo dispuesto en el punto 3 del artículo 10 del RD 244/2019 y el punto 5 del artículo 27 del Real Decreto 1183/2020 será precisa la medida de la energía generada neta en cada una de las tecnologías de generación (cogeneración y fotovoltaica). De esta forma se podrá discriminar para cada una de las tecnologías los excedentes horarios de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$P_{\text{export cogeneración}} = P_{\text{export frontera}} \times \left( \frac{P_{\text{gen neta cog}}}{P_{\text{gen neta total}}} \right)$$

$$P_{\text{export FV}} = P_{\text{export frontera}} \times \left( \frac{P_{\text{gen neta FV}}}{P_{\text{gen neta total}}} \right)$$

Las medidas de la planta fotovoltaica se realizarán al mismo nivel de tensión que el punto de conexión a red, por lo que no será necesario aplicar algún coeficiente corrector para las pérdidas.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 11.1. Medida en punto frontera

Actualmente el Punto Frontera cuenta con el certificado del operador del sistema del cumplimiento de los dispuesto en el Reglamento Unificado de Puntos de Medida con número de punto frontera EDY253H17.

La medida de este punto con código PM (OS) Y253H171 dispone cuenta con una medida Tipo 2 mediante un contador multifunción de alta precisión (clase de precisión 0,2 S (UNE-EN 60.687) para la energía activa y 0,5 (UNE EN 61.268) para reactiva):

Transformadores de tensión:

- Relación de transformación: 16.500:√3/110:√3
- Potencia y clase de secundario: 25 VA CI 0,2 Transformadores de intensidad:
- Relación de transformación: 60/5A
- Potencia y clase de secundario medida: 15 VA CI 0,2s

No se prevé la sustitución de los actuales elementos de medida, salvo petición expresa de la compañía distribuidora o REE.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 11.2. Medida de la generación neta de generador planta de cogeneración

Al igual que la medida del punto frontera, la medida de la generación neta está dada el alta en el SIMEL del operador del sistema con el código PM (OS) Y253H071/2.

La medida de este punto con código PM (OS) Y253H071/2 dispone de una medida Tipo 2 mediante un contador multifunción de alta precisión (clase de precisión 0,2 S (UNE-EN 60.687) para la energía activa y 0,5 (UNE EN 61.268) para reactiva):

Transformadores de tensión:

- Relación de transformación: 400: $\sqrt{3}$ /110: $\sqrt{3}$ -110: $\sqrt{3}$
- Potencia y clase de secundario: 25 VA CI 0,2 Transformadores de intensidad:
- Relación de transformación: 1600/5A
- Potencia y clase de secundario medida: 10 VA CI 0,2S

No se prevé la sustitución de ninguno de los actuales elementos de la medida, salvo petición expresa de la compañía distribuidora o REE.

Puesto que esta medida se encuentra a un nivel de tensión distinto al del punto frontera, los coeficientes de pérdidas establecidos por la Distribuidora son los siguientes:

- ✓  $\alpha = 1,025$  (coeficiente a aplicar sobre la energía entrante del EdM del consumidor asociado, medida a 400 v).
- ✓  $\beta = 0,975$  (coeficiente a aplicar sobre la energía saliente del EdM del consumidor asociado, medida a 400 v).

No se prevé la sustitución de ninguno de los actuales elementos de la medida ni de los coeficientes de pérdidas, salvo petición expresa de la Compañía Distribuidora o REE.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 11.3. Medida de la generación neta planta fotovoltaica

Para medir el total de la energía intercambiada neta con la planta fotovoltaica, se instalará una celda de medida en el interior del centro de transformación de la planta fotovoltaica.

En su interior se instalarán:

3 transformadores de tensión y 3 transformadores de intensidad, ambos con doble devanado secundario, con las siguientes características:

Transformadores de tensión:

- Relación de transformación: 16.500:√3/110:√3-110:√3
- Potencia y clase de secundario: 25 VA CI 0,2
- Potencia y clase de secundario: 20 VA CI 0,5

Transformadores de intensidad:

- Relación de transformación: 100/5-5ª
- Potencia y clase de secundario medida: 10 VA CI 0,2S
- Potencia y clase de secundario medida: 10 VA CI 0,5

Al igual que la medida del punto frontera, la medida de la planta fotovoltaica será de Tipo 2.

Tanto las cajas de terminales de los trafos como el conjunto de la celda de medida serán precintables, el encargado de la medida la precintará una vez concluida y aceptada la instalación de la misma.

Tanto para la entrada como para la salida de cables a la celda de medida se emplearán terminales adecuados a las características de cada cable.

Todas las masas metálicas de la celda se conectarán a la red de tierras de protección, mediante cable de cobre aislado de 35 mm<sup>2</sup> de sección.

La medida se instalará en un Armario de Medida de dimensiones adecuadas, con capacidad para albergar el contador, se proveerá de un enlace de comunicaciones para comunicar el contador con el armario de contadores del CS.

El contador será electrónico multifunción con clase de precisión 0,2 S (UNE-EN 60687) para la energía activa y 0,5 (UNE EN 61268) para reactiva. Contará con curvas de registro cuarto-horarias y firma electrónica.

Para asegurar la clase precisión de los transformadores de tensión se instalará un Armario de resistencias de carga, las resistencias estarán dimensionadas para provocar un consumo de potencia de al menos el 50% de la potencia de precisión de los transformadores de tensión; 25 VA con una potencia de al menos 50W.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

$$R = \frac{U_f^2}{S} = 322,58 \Omega \text{ se selecciona una resistencia de } 300\Omega \rightarrow 13,44 \text{ VA}$$

Todos los conductores empleados para la conexión de los secundarios de TI y TT serán mangueras de cable apantallado con aislamiento XLPE 0,6/1 kV.

- 2x6 mm<sup>2</sup> para circuitos de intensidad, en 3 mangueras 1 por cada TI, tipo Z1C4Z1-K o similar.
- 4x6 mm<sup>2</sup> para circuitos de tensión, en una manguera, tipo Z1C4Z1-K o similar.
- 3G2.5 mm<sup>2</sup> para circuitos auxiliares de 110 V<sub>dc</sub>, en una manguera, tipo RZ1-K o similar.
- 3G2.5 mm<sup>2</sup> para circuitos auxiliares de 220 V<sub>ac</sub>, en una manguera, tipo RZ1-K o similar.

Los cables de los circuitos de Tensión y Corriente discurrirán bajo tubo, no se permitirán conexiones o empalmes intermedios.

Puesto que esta medida de generación neta fotovoltaica se encuentra al mismo nivel de tensión que el punto frontera, no se prevé la aplicación de ningún coeficiente de pérdidas de pérdidas salvo que así lo establezca la Distribuidora o el Operador del Sistema.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 12. Potencia contratada prevista para los servicios auxiliares

No se precisa un nuevo contrato para los servicios auxiliares de la instalación de generación ya que se dan por satisfecho los supuestos previstos en el punto 4 del artículo 8 del RD 244/2019 sobre autoconsumo:

- a) Las instalaciones de producción estén conectadas en la red interior del consumidor.
- b) El consumidor y los titulares de las instalaciones de producción sean la misma persona física o jurídica.

## 13. Protecciones en el punto frontera

Existe actualmente en planta un equipo de protecciones de la marca GE, modelo Multilin 650, que cuenta con las siguientes protecciones eléctricas, se indican los códigos ANSI de protecciones entre corchetes []:

- Sobreintensidad/cortocircuito [50], [51].
- Falta a tierra [50N], [51N].
- Falta direccional a tierra [67N].
- Sobretensión [59].
- Subtensión [27].
- Sobrefrecuencia [81O].
- Subfrecuencia [81U].
- Tensión homopolar [59N].

Para las protecciones se tendrán en consideración lo indicado en el artículo 14 del RD Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, el Reglamento (UE) 2016/631, de 14 de abril de 2016, así como las especificaciones de la Compañía Distribuidora.

Se convendrán con la distribuidora los ajustes de las protecciones.

Las protecciones de intensidad actúan directamente sobre el interruptor de 45 kV, mientras que las voltimétricas lo hacen sobre la cogeneración. Ya que es necesario que estas protecciones disparen también la nueva planta fotovoltaica, se cablearán para que se produzca el disparo de ésta en caso de su activación.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	<b>Prep.</b>	J.B.A
		<b>Rev.</b>	G.A.D.P.
		<b>Apro.</b>	J.R.A.E.
		<b>Rev.</b>	0
		<b>Fecha</b>	10/04/2025

<b>DOC N°</b> <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	<b>TÍTULO</b> <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	--

#### 14. Balance energético de explotación. Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

En las siguientes tablas se muestra el balance energético previsto de explotación de la planta FV junto con el ahorro de energía final y la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> lograda con esta medida de descarbonización.

	AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO HIBRIDACIÓN												Prep.	V.G.D
	DOC Nº:										TÍTULO: ALTERNATIVA (2.250 kWp)		Rev.	J.R.A.E.
													Apr.	J.R.A.E.
	BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA												Rev.	00
Fecha.													17/03/2025	

DEMANDA ELÉCTRICA FÁBRICA (kW) 1200

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	TOTAL
<b>DEMANDA ELÉCTRICA</b>													
ENERGIA E1 (kWh)	226.800	216.000	-	-	-	-	226.800	-	-	-	-	216.000	885.600
ENERGIA E2 (kWh)	176.400	168.000	248.400	-	-	-	176.400	-	-	-	226.800	168.000	1.164.000
ENERGIA E3 (kWh)	-	-	193.200	-	-	126.225	-	248.400	237.600	-	176.400	-	981.825
ENERGIA E4 (kWh)	-	-	-	226.800	237.600	98.175	-	193.200	184.800	216.000	-	-	1.156.575
ENERGIA E5 (kWh)	-	-	-	176.400	184.800	-	-	-	-	168.000	-	-	529.200
ENERGIA E6 (kWh)	489.600	422.400	451.200	460.800	470.400	234.600	489.600	451.200	441.600	508.800	460.800	508.800	5.389.800
<b>TOTAL ENERGÍA (kWh)</b>	<b>892.800</b>	<b>806.400</b>	<b>892.800</b>	<b>864.000</b>	<b>892.800</b>	<b>459.000</b>	<b>892.800</b>	<b>892.800</b>	<b>864.000</b>	<b>892.800</b>	<b>864.000</b>	<b>892.800</b>	<b>10.107.000</b>
<b>COSTE E.EE ABSORBIDA RED SIN FV (€)</b>	<b>69.407</b>	<b>63.409</b>	<b>62.851</b>	<b>54.146</b>	<b>55.967</b>	<b>29.911</b>	<b>69.407</b>	<b>58.220</b>	<b>56.303</b>	<b>55.860</b>	<b>60.383</b>	<b>68.711</b>	<b>704.575</b>
<b>COSTE E.EE ABSORBIDA RED SIN FV (cet€/kWh)</b>	<b>7,77</b>	<b>7,86</b>	<b>7,04</b>	<b>6,27</b>	<b>6,27</b>	<b>6,52</b>	<b>7,77</b>	<b>6,52</b>	<b>6,52</b>	<b>6,26</b>	<b>6,99</b>	<b>7,70</b>	<b>6,97</b>

**E.E GENERADA AJUST**

ENERGIA E1 (kWh)	84.525	101.371	-	-	-	-	149.153	-	-	-	-	74.712	409.761
ENERGIA E2 (kWh)	64.739	84.897	136.223	-	-	-	127.733	-	-	-	95.888	49.227	558.707
ENERGIA E3 (kWh)	-	-	102.528	-	-	139.107	-	157.584	130.604	-	55.123	-	584.945
ENERGIA E4 (kWh)	-	-	-	129.368	147.091	111.739	-	136.724	120.972	94.571	-	-	740.464
ENERGIA E5 (kWh)	-	-	-	110.442	120.964	-	-	-	-	91.076	-	-	322.482
ENERGIA E6 (kWh)	71.078	74.507	83.044	102.776	109.945	92.145	132.186	102.368	91.482	102.106	64.719	68.166	1.094.522
<b>TOTAL ENERGÍA (kWh)</b>	<b>220.343</b>	<b>260.775</b>	<b>321.795</b>	<b>342.585</b>	<b>378.000</b>	<b>342.992</b>	<b>409.073</b>	<b>396.675</b>	<b>343.058</b>	<b>287.753</b>	<b>215.730</b>	<b>192.105</b>	<b>3.710.882</b>

**E.E AUTOCONSUMIDA**

ENERGIA E1 (kWh)	84.525	96.096	-	-	-	-	131.319	-	-	-	-	74.712	386.652
ENERGIA E2 (kWh)	64.739	79.803	123.113	-	-	-	102.403	-	-	-	95.187	49.227	514.472
ENERGIA E3 (kWh)	-	-	94.289	-	-	73.730	-	141.680	116.770	-	55.123	-	481.594
ENERGIA E4 (kWh)	-	-	-	118.887	132.161	56.480	-	111.982	101.257	89.036	-	-	609.803
ENERGIA E5 (kWh)	-	-	-	96.500	103.795	-	-	-	-	84.348	-	-	284.643
ENERGIA E6 (kWh)	71.078	70.359	75.619	92.309	96.814	48.278	111.632	88.230	79.283	95.361	64.419	68.166	961.547
<b>TOTAL ENERGÍA (kWh)</b>	<b>220.343</b>	<b>246.258</b>	<b>293.021</b>	<b>307.695</b>	<b>332.770</b>	<b>178.488</b>	<b>345.355</b>	<b>341.893</b>	<b>297.310</b>	<b>268.745</b>	<b>214.729</b>	<b>192.105</b>	<b>3.238.711</b>
<b>AUTOCONSUMO/GENERACIÓN (%)</b>	<b>100,00%</b>	<b>94,43%</b>	<b>91,06%</b>	<b>89,82%</b>	<b>88,03%</b>	<b>52,04%</b>	<b>84,42%</b>	<b>86,19%</b>	<b>86,66%</b>	<b>93,39%</b>	<b>99,54%</b>	<b>100,00%</b>	<b>87,28%</b>

**COSTE E.EE EVITADO CON FV (€)**

	18.946	21.431	21.964	19.475	21.078	11.968	29.665	22.947	19.907	16.942	16.074	16.387	236.783
--	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

**PRECIO E.E EVITADO DE RED CON FV (cet€/kWh)**

	8,60	8,70	7,50	6,33	6,33	6,71	8,59	6,71	6,70	6,30	7,49	8,53	7,31
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

**E.E EXPORTADA**

ENERGIA E1 (kWh)	0	-5.275	0	0	0	0	-17.834	0	0	0	0	0	-23.109
ENERGIA E2 (kWh)	0	-5.094	-13.110	0	0	0	-25.330	0	0	0	-700	0	-44.235
ENERGIA E3 (kWh)	0	0	-8.238	0	0	-65.377	0	-15.903	-13.834	0	0	0	-103.352
ENERGIA E4 (kWh)	0	0	0	-10.481	-14.930	-55.259	0	-24.742	-19.714	-5.535	0	0	-130.661
ENERGIA E5 (kWh)	0	0	0	-13.942	-17.169	0	0	0	0	-6.728	0	0	-37.840
ENERGIA E6 (kWh)	0	-4.148	-7.426	-10.467	-13.131	-43.868	-20.554	-14.137	-12.199	-6.745	-300	0	-132.975
<b>TOTAL ENERGÍA (kWh)</b>	<b>0</b>	<b>-14.517</b>	<b>-28.774</b>	<b>-34.890</b>	<b>-45.230</b>	<b>-164.504</b>	<b>-63.718</b>	<b>-54.782</b>	<b>-45.747</b>	<b>-19.008</b>	<b>-1.001</b>	<b>0</b>	<b>-472.171</b>

**E.E ABSORBIDA DE RED**

ENERGIA E1 (kWh)	142.275	119.904	-	-	-	-	95.481	-	-	-	-	141.288	498.948
ENERGIA E2 (kWh)	111.661	88.197	125.287	-	-	-	73.997	-	-	-	131.613	118.773	649.528
ENERGIA E3 (kWh)	-	-	98.911	-	-	52.495	-	106.720	120.830	-	121.277	-	500.231
ENERGIA E4 (kWh)	-	-	-	107.913	105.439	41.695	-	81.218	83.543	126.964	-	-	546.772
ENERGIA E5 (kWh)	-	-	-	79.900	81.005	-	-	-	-	83.652	-	-	244.557

	AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO HIBRIDACIÓN												Prep.	V.G.D
	DOC Nº:								TÍTULO:				Rev.	J.R.A.E.
BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA								ALTERNATIVA (2.250 kWp)				Apró.	J.R.A.E.	
DEMANDA ELÉCTRICA FÁBRICA (kW)												Rev.	00	
												Fecha.	17/03/2025	

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	TOTAL
ENERGÍA E6 (kWh)	418.522	352.041	375.581	368.491	373.586	186.322	377.968	362.970	362.317	413.439	396.381	440.634	4.428.253
<b>TOTAL ENERGÍA (kWh)</b>	<b>672.458</b>	<b>560.142</b>	<b>599.779</b>	<b>556.305</b>	<b>560.030</b>	<b>280.512</b>	<b>547.445</b>	<b>550.907</b>	<b>566.690</b>	<b>624.055</b>	<b>649.271</b>	<b>700.695</b>	<b>6.868.289</b>

COSTE E.EE ABSORBIDA RED CON FV (€)	50.461	41.978	40.888	34.671	34.889	17.943	39.742	35.273	36.397	38.918	44.309	52.323	467.792
COSTE E.EE ABSORBIDA RED CON FV (cet€/kWh)	7,50	7,49	6,82	6,23	6,23	6,40	7,26	6,40	6,42	6,24	6,82	7,47	6,81

INGRESOS Y AHORROS													
COSTE ELÉCTRICO EVITADO (€)	18.946	21.431	21.964	19.475	21.078	11.968	29.665	22.947	19.907	16.942	16.074	16.387	236.783
INGRESOS VENTA DE E.E (€)	-	581	1.151	1.396	1.809	6.580	2.549	2.191	1.830	760	40	-	18.887
IMPUESTO ELÉCTRICO	-	-	41	-	81	-	127	-	153	-	128	-	3
<b>TOTAL AHOROS E INGRESOS (€)</b>	<b>18.946</b>	<b>21.971</b>	<b>23.034</b>	<b>20.773</b>	<b>22.761</b>	<b>18.088</b>	<b>32.035</b>	<b>24.985</b>	<b>21.609</b>	<b>17.649</b>	<b>16.111</b>	<b>16.387</b>	<b>254.348</b>

COSTES DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN													
Costes de mantenimiento y explotación (cet€/kWh)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
<b>TOTAL MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN (€)</b>	<b>1.322</b>	<b>1.565</b>	<b>1.931</b>	<b>2.056</b>	<b>2.268</b>	<b>2.058</b>	<b>2.454</b>	<b>2.380</b>	<b>2.058</b>	<b>1.727</b>	<b>1.294</b>	<b>1.153</b>	<b>22.265</b>

<b>BENEFICIO (€)</b>	<b>17.624</b>	<b>20.406</b>	<b>21.103</b>	<b>18.717</b>	<b>20.493</b>	<b>16.030</b>	<b>29.581</b>	<b>22.605</b>	<b>19.550</b>	<b>15.922</b>	<b>14.816</b>	<b>15.235</b>	<b>232.083</b>
----------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------

AHORRO DE ENERGÍA Y EMISIONES SOBRE AUTOCONSUMO													
AHORRO DE ENERGÍA FINAL (AUTOCONSUMO) (kWh)	220.343	246.258	293.021	307.695	332.770	178.488	345.355	341.893	297.310	268.745	214.729	192.105	3.238.711
AHORRO DE ENERGÍA FINAL (%)	-24,68%	-30,54%	-32,82%	-35,61%	-37,27%	-38,89%	-38,68%	-38,29%	-34,41%	-30,10%	-24,85%	-21,52%	-32,04%
AHORRO DE ENERGÍA PRIMARIA (kWh)	521.771	583.138	693.873	728.622	787.998	422.660	817.800	809.602	704.031	636.388	508.479	454.905	7.669.267
AHORRO DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub> (kg)	35.255	39.401	46.883	49.231	53.243	28.558	55.257	54.703	47.570	42.999	34.357	30.737	518.194

AHORRO DE ENERGÍA Y EMISIONES SOBRE GENERACIÓN													
AHORRO DE ENERGÍA FINAL (GENERADA) (kWh)	220.343	260.775	321.795	342.585	378.000	342.992	409.073	396.675	343.058	287.753	215.730	192.105	3.710.882
AHORRO DE ENERGÍA FINAL (%)	24,68%	32,34%	36,04%	39,65%	42,34%	74,73%	45,82%	44,43%	39,71%	32,23%	24,97%	21,52%	36,72%
AHORRO DE ENERGÍA PRIMARIA (kWh)	521.771	617.515	762.011	811.241	895.104	812.205	968.684	939.326	812.360	681.398	510.849	454.905	8.787.368
AHORRO DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub> (kg)	35.255	41.724	51.487	54.814	60.480	54.879	65.452	63.468	54.889	46.040	34.517	30.737	593.741

PRECIO MEDIO POOL €/MWh

40

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 15. Final

Dado que la redacción del presente Proyecto se ha llevado a cabo de acuerdo con los reglamentos indicados al principio de la Memoria así como a lo dispuesto en artículo 66 de la Ley 1/2021 Ley 1/2021, de 11 de febrero, de simplificación administrativa, se somete a la consideración del Órgano Competente de la Administración para su aprobación y la obtención favorable de la Autorización Administrativa de Construcción.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUEZ. Para comprobar su validez: <https://www.cojim.es/verificacion>. Cod.Ver: 77375653.

Desarrollado por:




El Ingeniero Industrial  
José Ramón Álvarez Enríquez  
Madrid, abril de 2025  
Colegiado Nº 8.379

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

# ANEXO I

## Cálculos Justificativos

## CÁLCULOS

### PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW



CLIENTE:

**SOLUTEX GC S.L.**

PLANTA:

**SOLUTEX MALLÉN**

LOCALIZACIÓN:

**MALLÉN (ZARAGOZA)**

**50550 Mallén, Zaragoza**

Nº DE DOCUMENTO:

**20250326\_SMPFV - C - Cálculos**

Revisión	Fecha	Detalles de la Revisión	Prep. por	Rev. por	Apro. por	Comentarios
0	11/04/2025	Inicial	G.A.D.P..	J.B.A.	.J.R.A.E..	

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

1.	General .....	4
2.	Datos generales de las líneas de media tensión.....	6
3.	Características de los materiales de media tensión .....	6
3.1.	Cables .....	6
3.2.	Condiciones de instalación .....	7
3.2.1.	Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores.....	8
3.2.2.	Intensidad de cortocircuito en las pantallas.....	10
3.2.3.	Dimensionado de la ventilación del centro de transformación .....	12
4.	Cálculo eléctrico en media tensión .....	13
4.1.	Línea1 – Conexión CT2 con CT3.....	14
5.	Instalaciones de puesta a tierra.....	15
5.1.	Determinación de Imáx P. a T y Tmáx de eliminación del defecto.....	15
5.2.	Investigación de las características del suelo.....	15
5.3.	Diseño de la instalación de tierra .....	15
5.3.1.	Tierra de protección .....	15
5.3.2.	Tierra de servicio .....	16
5.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	17
5.4.1.	Tierra de protección .....	17
5.4.2.	Tierra de servicio .....	19
5.4.3.	Cálculo de la tensión de paso en el interior de la instalación.....	19
5.4.4.	Cálculo de tensiones de paso y contacto en el exterior de la instalación .....	19
5.4.5.	Cálculo de las tensiones aplicadas.....	20
5.4.6.	Investigación de las tensiones transferibles al exterior .....	22
5.4.7.	Corrección y ajuste del sistema actual .....	23
5.4.8.	Protección puesta a tierra en instalación de baja tensión .....	23
6.	Cálculo eléctrico en baja tensión .....	25
6.1.	Generalidades .....	25
6.2.	Datos de partida .....	28
6.3.	Cálculos eléctricos de líneas de baja tensión .....	29

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

6.3.1.	Línea de alimentación CGBT-FV .....	29
6.3.2.	Línea de conexión al inversor 1 .....	29
6.3.3.	Línea de conexión al inversor 2 .....	30
6.3.4.	Línea de conexión al inversor 3 .....	30
6.3.5.	Línea de conexión al inversor 4 .....	31
6.3.6.	Línea de conexión al inversor 5 .....	31
6.3.7.	Línea de conexión al inversor 6 .....	32
6.3.8.	Línea de conexión al inversor 7 .....	32
6.3.9.	Línea de conexión al inversor 8 .....	33
6.3.10.	Línea de conexión al inversor 9 .....	33
6.3.11.	Línea de alimentación al transformador de auxiliares de la planta fotovoltaica .....	34
6.3.12.	Línea de alimentación a los servicios auxiliares de la planta fotovoltaica .....	34
6.4.	Resumen líneas BT .....	35
6.5.	Cálculos eléctricos de líneas de continua .....	36
6.5.1.	String de 28 paneles .....	36
6.6.	Resumen de líneas de continua .....	36

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 1. General

La presente instalación consiste en:

- Instalación en **media tensión (MT)** de la línea:
  - Línea en 15 kV entre la celda 2 del centro de transformación CT2, marcada como “Futura Ampliación” y el nuevo centro de transformación 3 CT3, recorriendo una distancia aproximada de 50 metros. Las condiciones de instalación serán cables unipolares de aluminio HEPRZ1, 12/20 kV 3Fx1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector.
- Instalación en **baja tensión (BT)** de las líneas:
  - Línea de alimentación al cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica (CGBT-FV), partiendo del transformador de media tensión de la planta foto voltaica TFV, recorriendo una distancia aproximada de 5 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 9x3x1x95 mm<sup>2</sup> sobre bandeja perforada (tipo rejilla), 32F según IEC 60364-5-52.
  - Línea entre el cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica (CGBT-FV) y el inversor 1, recorriendo una distancia aproximada de 80 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.
  - Línea entre el cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica (CGBT-FV) y el inversor 2, recorriendo una distancia aproximada de 45 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.
  - Línea entre el cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica (CGBT-FV) y el inversor 3, recorriendo una distancia aproximada de 25 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.
  - Línea entre el cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica (CGBT-FV) y el inversor 4, recorriendo una distancia aproximada de 25 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.
  - Línea entre el cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica (CGBT-FV) y el inversor 5, recorriendo una distancia aproximada de 50 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.
  - Línea entre el cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica (CGBT-FV) y el inversor 6, recorriendo una distancia aproximada de 75 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.
  - Línea entre el cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica (CGBT-FV) y el inversor 7, recorriendo una distancia aproximada de 100 metros. Las condiciones de la instalación

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.

- Línea entre el cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica (CGBT-FV) y el inversor 8, recorriendo una distancia aproximada de 135 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.
- Línea entre el cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica (CGBT-FV) y el inversor 9, recorriendo una distancia aproximada de 170 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.
- Línea entre el cuadro general de baja tensión de la planta fotovoltaica (CGBT-FV) y el transformador de servicios auxiliares, recorriendo una distancia aproximada de 4 metros. Las condiciones de la instalación serán cables multipolares de cobre RZ1-k 3G6 sobre bandeja. 32E según IEC 60364-5-52.
- Línea entre el transformador de servicios auxiliares y el cuadro de servicios auxiliares, recorriendo una distancia aproximada de 4 metros. Las condiciones de la instalación serán cables multipolares de cobre RZ1-k 3G6 sobre bandeja. 32E según IEC 60364-5-52.
- Líneas entre inversores y strings, todas de 28 paneles, recorriendo una distancia máxima de 180 metros. Las condiciones de instalación serán cables unipolares de cobre H1Z2Z2-K 2x1x6 mm<sup>2</sup> sobre bandeja de rejilla 32F con algunos tramos enterrados bajo tubo protector, 71D1, por lo que se consideran todos como el caso más desfavorable que es instalación 71D1 según IEC 60364-5-52.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 2. Datos generales de las líneas de media tensión

Líneas de 15 kV

Clase de corriente:	Alterna trifásica
Frecuencia:	50 Hz
Tensión nominal:	15 kV
Tensión mínima de la red (Um):	13,95 kV
Tensión más elevada de la red (Us):	16,05 kV
Categoría de la red (Según UNE 20-435):	Categoría A

## 3. Características de los materiales de media tensión

### 3.1. Cables

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento dieléctrico seco, de las características esenciales siguientes:

Conductor:	Unipolar de aluminio compacto de sección circular, clase 2, UNE-EN 60228.
Pantalla semiconductor interna:	Material semiconductor termoestable aplicado sobre el conductor.
Aislamiento:	XLPE
Pantalla semiconductor externa:	Una capa de mezcla semiconductor pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre de 16mm <sup>2</sup>
Cubierta:	Z1, Temperatura máxima en servicio permanente: 90°C. Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C.
Nivel de aislamiento:	12/20 kV

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 3.2. Condiciones de instalación

Cables unipolares de aluminio con aislamiento seco XLPE, una terna de cables unipolares agrupados en triángulo en instalación enterrada en el interior de tubos, enterrados a una profundidad de 1.0 metros, resistividad térmica del terreno 1,5 K·m/W y una temperatura del terreno estimada en 25 °C.

- Línea1: en 15 kV entre la celda 2 del centro de transformación CT2, marcada como “Futura Ampliación” y el nuevo centro de transformación 3 CT3, recorriendo una distancia aproximada de 50 metros. Las condiciones de instalación serán cables unipolares de aluminio HEPRZ1, 12/20 kV 3Fx1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector.

Para estas condiciones de instalación la intensidad máxima en servicio permanente será la de la tabla 12 del ITC-LAT 06:

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

Línea 1, cable Al HEPRZ1 12/20 kV 1x95 mm<sup>2</sup>, intensidad máxima 190 A.

Factor de corrección para temperatura del terreno de 25 °C: F= 1,00, tabla ITC-LAT 06.

Temperatura °C Servicio Permanente $\theta_s$	Temperatura del terreno $\theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Factor de corrección por profundidad, según ITC-LAT 06, tabla 11: 1,0 por 1 m.

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤ 185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>	≤ 185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

No aplica ningún factor de corrección por agrupación ya que los cables discurren solos en la zanja.

Aplicando los factores de corrección resulta:

Línea 1, cable AI HEPRZ1 12/20 kV 1x95 mm<sup>2</sup>, intensidad máxima de utilización 190,0 A.

La intensidad máxima a transportar por la línea 1 es de 96,23 A, que corresponde a la intensidad nominal del transformador del CT3, 2500 kVA, inferior a la intensidad máxima de utilización de la línea.

### 3.2.1. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

Estas se calculan de acuerdo con las temperaturas específicas citadas anteriormente, considerando como temperatura inicial la de servicio permanente y como temperatura final la de cortocircuito. En el cálculo se considera que todo el calor desprendido es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático. En estas condiciones tendremos:

$$\frac{I_{CC}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{CC}}}$$

Donde:

I<sub>CC</sub>: corriente de cortocircuito, en amperios.

S: sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

K: coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.

t<sub>c</sub>: duración del cortocircuito, en segundos.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Si se desea conocer la intensidad de corriente de cortocircuito para un valor  $t_{cc}$ , distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior.  $K$  coincide con el valor de la densidad de corriente tabulado para  $t_{cc} = 0,1$  s, para los distintos tipos de aislamiento.

El tiempo máximo de cortocircuito para la protección del interruptor 52.7, a la entrada del centro de transformación, será inferior a 0,1 segundos.

Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a una temperatura inicial  $\theta_i$  diferente a la máxima asignada al conductor para el servicio permanente  $\theta_s$  basta con multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección:

$$\sqrt{\frac{\ln\left(\frac{\theta_{cc} + \beta}{\theta_i + \beta}\right)}{\ln\left(\frac{\theta_{cc} + \beta}{\theta_s + \beta}\right)}}$$

Donde  $\beta = 235$  para el cobre y  $\beta = 228$  para el aluminio.

En la tabla 26 del ITC-LAT 06 se indican las densidades máximas admisibles de la corriente de cortocircuito en los conductores, de aluminio de los cables aislados con diferentes materiales en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300$ mm <sup>2</sup>	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300$ mm <sup>2</sup>	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U $< 18/30$ kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Según los datos de Endesa para el punto de conexión (situación más desfavorable) se da:

Potencia máxima de cortocircuito: 51 MVA

Potencia mínima de cortocircuito: 20 MVA

Con estos datos la intensidad máxima de cortocircuito en la línea se calcula:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

En donde:

$I_{cc}$  = Corriente de cortocircuito, en amperios.

$P_{cc}$  = Potencia de cortocircuito, en W

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

U = Tensión nominal de la línea, en V.

La intensidad de cortocircuito en kA en la línea para los datos suministrados por Iberdrola será de 2,15 kA en el caso de tensión mínima de la red 15 kV.

El tiempo máximo de cortocircuito programado en la protección del interruptor de red es inferior a 0,2s

La intensidad de cortocircuito resulta por tanto 1.92 kA.

El tiempo máximo de cortocircuito para la protección del interruptor 52.7, a la entrada del centro de transformación, será inferior a 0,1 segundos.

Línea 1: Cable HPERZ1 95 mm<sup>2</sup>, duración del cortocircuito 0,2s I<sub>ccmax</sub> = 20,045kA > 1,92 kA.

Para el conjunto de celdas seleccionado de la gama Schneider SM6 de tensión asignada 24kV y embarrado de 400 A, la corriente asignada de corta duración (1s) es de 16kA muy superior a la corriente de cortocircuito esperada en este punto de la instalación.

### 3.2.2. Intensidad de cortocircuito en las pantallas

Para cables de asilamiento seco, las intensidades máximas admisibles en las pantallas metálicas en función del tiempo de duración del cortocircuito en amperios están calculadas para un cable de las siguientes características:

- Cubierta exterior Poliolefina: (V).
- Temperatura inicial pantalla: 105 °C
- Temperatura final pantalla: 250 °C.

Para la determinación de la intensidad de cortocircuito atenderemos a lo indicado en las normas UNE 211003-3 y la UNE 21192. La intensidad de cortocircuito admisible viene dada por la expresión:

$$I = \varepsilon \cdot I_{AD}$$

Donde:

I: intensidad de cortocircuito admisible, en amperios.

ε: factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes.

I<sub>AD</sub>: intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática, en amperios.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

La intensidad de cortocircuito calculada con una hipótesis adiabática es la siguiente:

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

Donde:

$I_{AD}$ : intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática, en amperios.

t: duración del cortocircuito, en segundos.

K: constante que depende del material del componente conductor de corriente, en  $A \cdot s^{1/2}/mm^2$ .

S: Sección geométrica del componente conductor de corriente, en milímetros cuadrados.

$\theta_f$ : temperatura final, en grados centígrados.

$\theta_i$ : temperatura inicial, en grados centígrados.

$\beta$ : Inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente

Con lo que se obtienen las intensidades siguientes para cada una de las líneas:

Línea 1: Cable HPERZ1 95 mm<sup>2</sup>,  $I_{AD} = 6,819$  kA.

El factor de pérdida de calor en los componentes adyacentes se obtiene con la ecuación empírica siguiente:

$$\varepsilon = \sqrt{1 + X \sqrt{\frac{t}{S}} + Y \left( \frac{t}{S} \right)}$$

Donde:

t: duración del cortocircuito, en segundos.

S: Sección geométrica del componente conductor de corriente, en milímetros cuadrados.

Los valores de X e Y se obtienen de la tabla 3 de la norma UNE 21192:

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV - C - Cálculos	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW

**Tabla 3**  
**Constantes a utilizar en la fórmula simplificada**  
**para los conductores y los alambres de pantalla no contiguos**

Material de aislamiento	Constantes para el cobre		Constantes para el aluminio	
	X (mm <sup>2</sup> /s) <sup>½</sup>	Y mm <sup>2</sup> /s	X (mm <sup>2</sup> /s) <sup>½</sup>	Y mm <sup>2</sup> /s
PVC: ≤ 3 kV	0,29	0,06	0,40	0,08
> 3 kV	0,27	0,05	0,37	0,07
XLPE	0,41	0,12	0,57	0,16
EPR: ≤ 3 kV	0,38	0,10	0,52	0,14
> 3 kV	0,32	0,07	0,44	0,10
Papel: Aceite fluido	0,45	0,14	0,62	0,20
Otros	0,29	0,06	0,40	0,08

Se obtienen los factores siguientes:

- Línea 1: Cable HPERZ1 95 mm<sup>2</sup>, ε = 1,013.

Con lo que las corrientes de cortocircuito quedan de la siguiente forma:

- Línea: Cable HPERZ1 95 mm<sup>2</sup>, I<sub>AD</sub> = 6,906 > 1,732 kA.

### 3.2.3. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{Cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

Donde:

W<sub>Cu</sub>: pérdidas en el cobre de los transformadores, en kW.

W<sub>fe</sub>: pérdidas en el hierro de los transformadores, en kW.

K: coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada (aproximadamente entre 0,35 y 0,40).

h: distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida, en metros.

ΔT: aumento de temperatura del aire, en °C.

S<sub>r</sub>: superficie mínima de las rejillas de entrada en m<sup>2</sup>.

Resultando una superficie mínima de 1,79 m<sup>2</sup>.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de Ormazabal, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

Por otro lado, para el cálculo del caudal necesario de ventilación se utiliza la siguiente expresión:

$$Q = \frac{P_t}{1,15 \cdot \Delta T}$$

Donde:

$P_t$ : pérdidas totales de los transformadores, en kW.

$\Delta T$ : salto térmico, en °C.

Q: Caudal de ventilación necesario, en m<sup>3</sup>/s.

Resultando un caudal de 3,79 m<sup>3</sup>/s, o lo que es lo mismo, 13.642 m<sup>3</sup>/h.

#### 4. Cálculo eléctrico en media tensión

Para determinar la sección de los conductores se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- La intensidad máxima admisible por el cable.
- Caída de tensión (valor admisible 6,5%).
- Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.

**Elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible:**

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

W: potencia, en kW.

U: tensión, en kV.

cosφ: factor de potencia

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	<b>Prep.</b>	G.A.D.P.
		<b>Rev.</b>	J.B.A.
		<b>Apro.</b>	J.R.A.E.
		<b>Rev.</b>	0
		<b>Fecha</b>	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

#### Elección de la sección en función de la caída de tensión:

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

Donde:

I: intensidad, en amperios.

R: resistencia de la línea a temperatura de servicio, en Ohmios por kilómetro.

X: reactancia de la línea, en Ohmios por kilómetro.

cosφ: factor de potencia, se considera un factor de 0,9 para el cálculo.

#### 4.1. Línea1 – Conexión CT2 con CT3.

Terna de cable unipolar de aluminio tipo HEPRZ1 12/20 kV 3x1x95 mm<sup>2</sup> en instalación enterrada bajo tubo.

Datos eléctricos línea 1:

Potencia a transportar:	2500 kVA
Tensión de la línea:	15 kV
Cosφ:	1,00.

Factores de corrección:

Por profundidad de enterramiento 1.0 m: 1,0

La intensidad a transportar es 96.23 A. El cable seleccionado para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 190,0 A, superior a la intensidad a transportar.

Dimensionado del embarrado de la celda, según la placa de características de la celda existente en el punto de partida, su corriente nominal es 400A, por lo que soporta la carga.

Tramo	Potencia (kVA)	Tensión (kV)	Intensidad (A)	Longitud (km)	S (mm <sup>2</sup> )	R (Ω/km)	C (μF/km)	ΔV (V)	ΔV (%)	P.Pot. (kW)
Línea1	2500	15	96,23	0,050	95	0,320	0,125	2,7	0,018	0,444

**A la vista de los resultados los cables seleccionados cumplen con los requisitos de la instalación.**

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 5. Instalaciones de puesta a tierra

### 5.1. Determinación de $I_{m\acute{a}x P}$ , $a$ $T$ y $T_{m\acute{a}x}$ de eliminación del defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría (tensión menor de 30kV), los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, este se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente).

En el caso que nos ocupa, el transformador del nuevo centro de transformación tiene un grupo de conexión Dyn11, el primario está conectado en triángulo y el secundario está en estrella con el neutro directamente conectado a tierra. Por otro lado, el transformador de 45 kV también tiene un grupo de conexión Dyn11 con el neutro directamente conectado a tierra.

### 5.2. Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1,5 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media superficial en 100  $\Omega \cdot m$ .

### 5.3. Diseño de la instalación de tierra

Existen tierras separadas para la tierra de protección y la tierra de servicio del transformador.

#### 5.3.1. Tierra de protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

Identificación: código 80-30/5/82 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

- $K_r = 0,069 \Omega/(\Omega \cdot m)$ .
- $K_p = 0,0145 V/(\Omega \cdot m \cdot A)$ .
- $K_c = 0,0303 V/(\Omega \cdot m \cdot A)$ .

Descripción:

Estará constituida por 8 picas en anillo rectangular de 8 x 3 m unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$ ,  $K_p$  y  $K_c$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro de transformación hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

### 5.3.2.Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

Identificación: código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

- $K_r = 0,135 \Omega/(\Omega \cdot m)$ .
- $K_p = 0,0252 V/(\Omega \cdot m \cdot A)$ .

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m, y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 48 Ω. Se ajustarán todas las protecciones diferenciales por debajo de 500 mA. Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por diferenciales regulable de sensibilidad 1 A - 30 mA no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (=48 x 0.5).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

#### 5.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

##### 5.4.1. Tierra de protección

En primer lugar y con los datos de la resistividad del terreno obtenida, se establece la máxima resistencia de puesta a tierra, R<sub>tm</sub>, que permita circular una intensidad de defecto tal que actúen las protecciones (valor típico >50A) y por otro lado que la tensión de defecto, V<sub>d</sub> = R<sub>tm</sub> x I<sub>d</sub>, que se produzca no dañe la instalación (valor típico V<sub>bt</sub> < 10 KV).

Para una red de neutro a tierra se resuelve el sistema de ecuaciones siguientes:

Características de la red de alimentación:

- Tensión de alimentación: Ur = 15,0 kV

Puesta a tierra del neutro:

- Limitación de intensidad a tierra: I<sub>dm</sub> > 50 A

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistividad del terreno:  $R_o = 100 \Omega \cdot m$
- Resistividad del hormigón:  $R'o = 3000 \Omega \cdot m$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto se obtiene de:

$$I_d \cdot R_t < V_{bt} \quad \text{---} \quad I_d \cdot R_{tm} < 10000 \text{ V}$$

En donde:

$I_d$  Intensidad de falta a tierra, en  $A \geq 50 \text{ A}$ .

$R_t$  Resistencia de tierra, en  $\Omega$ .

$V_{bt}$  Tensión de aislamiento en baja tensión, en  $V$ .

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot R_t \cdot Z_n}$$

- Identificación: código 80-30/5/82 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:
  - $K_r = 0,069 \Omega / (\Omega \cdot m)$
  - $K_p = 0,0145 \text{ V} / (\Omega \cdot m \cdot A)$
  - $K_c = 0,0303 \text{ V} / (\Omega \cdot m \cdot A)$

La resistencia de puesta a tierra según la configuración elegida:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,069 \cdot 100 = 6,9 \Omega$$

Considerando  $Z_n = 5 \Omega$

La corriente de defecto resulta:

$$I_d = 727,75 \text{ A} > 50 \text{ A}$$

Y la tensión de defecto:

$$U_d = I_d \cdot R_t = 727,75 \cdot 6,9 = 5021,5 \text{ V} < 10000 \text{ V}$$

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

#### 5.4.2. Tierra de servicio

Identificación: código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.

Parámetros característicos:

- $K_r = 0,135 \Omega/(\Omega \cdot m)$ .

La resistencia de puesta a tierra según la configuración elegida:

- $R_t = K_r \cdot \rho = 0,135 \cdot 100 = 13,5 \Omega$

Se observa que es menor a  $48 \Omega$ .

#### 5.4.3. Cálculo de la tensión de paso en el interior de la instalación

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a  $0,30 \times 0,30$  m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo estará cubierto con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre si mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conecta al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10000 ohmios).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

#### 5.4.4. Cálculo de tensiones de paso y contacto en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

La tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0145 \cdot 100 \cdot 727,75 = 1055,24 \text{ V}$$

La tensión de contacto en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U'_c = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0,0303 \cdot 100 \cdot 727,75 = 2205,1 \text{ V}$$

#### 5.4.5.Cálculo de las tensiones aplicadas

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar según el reglamento ITC-RAT 13 se determina mediante la Tabla 1:

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Se añadirán protecciones en la celda de entrada del nuevo centro de transformación 3 con un relé de disparo por defecto a tierra con un tiempo inferior o igual a 0,1 segundos, por lo que la tensión de contacto aplicada admisible resultará 633 V.

La tensión de paso aplicada admisible se determina de la siguiente forma de acuerdo con el ITC-RAT 13:

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca} = 10 \cdot 633 = 6330 \text{ V}$$

Para determinar la máxima tensión de contacto admisible se aplicará la siguiente fórmula:

$$U_c = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_b} \right]$$

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Donde:

$U_c$ : Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, en voltios.

$U_{ca}$ : Tensión de contacto aplicada admisible, en voltios.

$R_{a1}$ : Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se emplea 2000  $\Omega$  como valor, según indica el reglamento.

$R_{a2}$ : Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. Se obtiene como  $3 \cdot \rho_s$ , donde  $\rho_s$  es la resistividad del suelo cerca de la superficie.

$Z_b$ : Impedancia del cuerpo humano. Se considera un valor de 1000  $\Omega$ .

Para determinar la máxima tensión de contacto admisible se aplicará la siguiente fórmula:

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2(R_{a1} + R_{a2})}{Z_b} \right]$$

Donde:

$U_p$ : Tensión de paso máxima admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre dos pies, en voltios.

$U_{pa}$ : Tensión de paso aplicada admisible, en voltios.

$R_{a1}$ : Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se emplea 2000  $\Omega$  como valor, según indica el reglamento.

$R_{a2}$ : Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. Se obtiene como  $3 \cdot \rho_s$ , donde  $\rho_s$  es la resistividad del suelo cerca de la superficie.

$Z_b$ : Impedancia del cuerpo humano. Se considera un valor de 1000  $\Omega$ .

La resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad, como es el hormigón en nuestro caso, se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional por el coeficiente reductor siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right)$$

Donde:

$C_s$ : Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.

$h_s$ : espesor de la capa superficial, en metros.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

$\rho$ : Resistividad del terreno natural, en  $\Omega \cdot m$ .

$\rho^*$ : Resistividad de la capa superficial, en  $\Omega \cdot m$ .

Se obtienen los siguientes resultados:

$$C_s = 0,9296$$

$$U_c = 3907 \text{ V}$$

$$U_p = 137286 \text{ V}$$

Se comprueba que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

$$U_p' = 1055 < 137286 \text{ V}$$

$$U_c' = 2205 < 3907 \text{ V}$$

#### 5.4.6. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de las tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicios, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000 V.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d'}{2 \cdot \pi \cdot U}$$

Donde:

D: Distancia mínima de separación, en metros.

$\rho$ : resistividad del terreno, en  $\Omega \cdot m$ .

$I_d'$ : Intensidad de defecto, en A.

U: 1200 V para sistemas de distribución TT, siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos.

Para este caso la distancia mínima entre la tierra de servicio y la tierra de protección será de 9,65 metros.

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

diferenciales regulables de rango 1 A - 30 mA. Se ajustarán como máximo a 500 mA, con lo que para el caso más desfavorable  $I_d = 0,5A$  la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 48  $\Omega$ .

En el este caso según los cálculos:

- $R_{tserv} = 27 \Omega < 48 \Omega$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo contra daños mecánicos.

#### 5.4.7. Corrección y ajuste del sistema actual

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

#### 5.4.8. Protección puesta a tierra en instalación de baja tensión

Nuestro esquema de distribución será TT. Este esquema tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En general, el bucle de defecto incluye una resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y la de la alimentación.

Con el fin de proteger a las personas contra contactos indirectos con partes de la instalación accidentalmente en tensión, se ha tomado como medida la puesta a tierra de las masas asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa (ITC-BT-24, punto 4.1.).

Empleamos como dispositivos asociados de corte automático, los interruptores diferenciales.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	<b>Prep.</b>	G.A.D.P.
		<b>Rev.</b>	J.B.A.
		<b>Apro.</b>	J.R.A.E.
		<b>Rev.</b>	0
		<b>Fecha</b>	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Estos aparatos provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor predeterminado.

El valor mínimo de la corriente, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente en un tiempo conveniente, depende de la instalación a proteger y determina la sensibilidad del aparato (ITC-BT-24, punto 3.5).

La resistencia a tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de estas debe cumplir:

En los locales secos (50V):  $R_t < 50/I_s$

En los locales húmedos o mojados (24V):  $R_t < 24/I_s$

Siendo  $I_s$  el valor de la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar (ITC-BT- 24, punto 3.5.).

Asimismo, dicha instrucción nos dice que: "Conviene destacar que los interruptores diferenciales de alta sensibilidad aportan una protección muy eficaz contra incendios, al limitar a potencias muy bajas las eventuales fugas de energía eléctrica por defecto de aislamiento".

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 6. Cálculo eléctrico en baja tensión

### 6.1. Generalidades

- Intensidades máximas admisibles en las líneas.

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

- Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi}$$

- Intensidad nominal en servicio trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- In: Intensidad nominal del circuito en amperios.
- P: Potencia en vatios.
- Uf: Tensión simple en voltios.
- UL: Tensión compuesta en voltios.
- cos(φ): Factor de potencia.

Para el cálculo de intensidades de líneas que alimentan a uno o varios motores se considera la intensidad del 125% del motor de mayor potencia.

Para el cálculo de intensidades de líneas que alimentan a generadores eléctricos en baja tensión, ya sean síncronos o asíncronos, se considera la intensidad del 125% de cada generador.

- Caída de tensión

Según el REBT-ITC19, apartado 2.2.2, "Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3 % para alumbrado, 1,5 % para generadores y del 5 % para los demás usos."

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Para este proyecto se considera, por tanto, que en circuitos interiores de la instalación la caída de tensión para el circuito de fuerza (generadores) no superará el 1,5 % y para alumbrado el máximo será de 3 % partiendo desde los bornes de BT del transformador.

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

- C.d.t. en servicio monofásico

Despreciando el término de reactancia, dado el elevado valor de R/X, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

- C.d.t. en servicio trifásico

Despreciando en este caso también el término de reactancia, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Los valores conocidos de resistencia en los conductores están referidos a una temperatura de 20 °C.

Para calcular la resistencia real del cable se considerará la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

De esta forma se aplicará la fórmula siguiente:

$$\rho_{t_2} = \rho_{20^\circ\text{C}} \cdot [1 + \alpha \cdot (t_2 - 20)]$$

La temperatura  $t_2$  depende de los materiales aislantes y corresponderá con un valor de 90°C para conductores con aislamiento XLPE y EPR y de 70°C para conductores de PVC según tabla B.52.12 de la IEC-60364-5-52.

Por otro lado, los conductores empleados serán de cobre o aluminio, siendo los coeficientes de variación con la temperatura y las resistividades a 20°C los siguientes:

$$\text{Cobre: } \alpha = 0,00393 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^\circ\text{C}} = \frac{1 \text{ } \Omega \text{ mm}^2}{56 \text{ m}}$$

$$\text{Aluminio: } \alpha = 0,00403 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^\circ\text{C}} = \frac{1 \text{ } \Omega \text{ mm}^2}{35 \text{ m}}$$

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV - C - Cálculos	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- $I_n$ : Intensidad nominal del circuito en amperios.
- P: Potencia en vatios.
- $\cos(\varphi)$ : Factor de potencia.
- S: Sección en  $\text{mm}^2$ .
- L: Longitud en m.
- $\rho_o$ : Resistividad del conductor en  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .
- $\alpha$ : Coeficiente de variación con la temperatura.

- Intensidad de cortocircuito
  - Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

- Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- $U_l$ : Tensión compuesta, en V.
- $U_f$ : Tensión simple, en V.
- $Z_t$ : Impedancia total en el punto de cortocircuito, en  $\text{m}\Omega$ .
- $I_{cc}$ : Intensidad de cortocircuito, en kA.

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactiva total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito.

Siendo:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ : Resistencia total en el punto de cortocircuito.

$X_t = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ : Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

$$I^2 \cdot t \leq C \cdot \Delta T \cdot S^2$$

Para  $0,01 \leq t \leq 0,1$  s y donde:

- I: Intensidad permanente de cortocircuito en amperios.
- t: Tiempo de desconexión en segundos.
- C: Constante que depende del tipo de material.
- IncrementoT: Sobretemperatura máxima del cable en °C.
- S: Sección en mm<sup>2</sup>.

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud frente a cortocircuitos, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en fundirse.

En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 seg.

## 6.2. Datos de partida

La tensión de utilización será de 800 V entre fases, llevando tres fases, excepto para los servicios auxiliares de la planta fotovoltaica, que será de 400 V entre fases, llevando tres fases y neutro. La tensión para todos los circuitos monofásicos (alumbrado general, alumbrado emergencia) se tomará entre fase y neutro a 230 V.

En ambas configuraciones el neutro estará rígidamente unido a tierra.

Todos los circuitos dispondrán de línea de protección o tierra independiente a la línea de neutro.

La máxima caída de tensión permitida desde los bornes de salida del transformador hasta el punto más alejado de utilización será del 1,5 % para circuitos de fuerza de generadores, 3% para los circuitos de alumbrado, 5% para otros usos.

Para los cálculos de cortocircuito se ha calculado que la corriente de cortocircuito en la salida del transformador es de 16,95 kA.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>		Prep.	G.A.D.P.
			Rev.	J.B.A.
			Apro.	J.R.A.E.
			Rev.	0
			Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 6.3. Cálculos eléctricos de líneas de baja tensión

#### 6.3.1. Línea de alimentación CGBT-FV

Línea de alimentación al Cuadro General de Baja Tensión de la planta fotovoltaica desde el transformador del centro de transformación 3, TFV, recorriendo una distancia aproximada de 5 metros. Las condiciones de instalación serán: cables unipolares de cobre RZ1-K 0,6/1kV 3Fx9x1x95mm<sup>2</sup> sobre rejillas, 32F según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	ΔV (%)	F. Correcc.	
							T 40	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	5	1804,3	800	2500 kVA	0,0429	1,0	0,75

La intensidad a transportar es  $I = 1804,3$  A, un cable 3x9x1x95 mm<sup>2</sup> para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 2011,5 A, superior a la intensidad a transportar.

La caída de tensión en la línea será de 0,046%, inferior al 0,5% permitido en este tramo.

La intensidad de cortocircuito  $I_{k3max}$  en el punto de partida de la línea es de 30,07 kA. La intensidad de cortocircuito al final de la línea es de 30,07 kA.

#### 6.3.2. Línea de conexión al inversor 1

Línea de conexión al inversor 1 de la planta fotovoltaica desde Cuadro General de Baja Tensión de la planta fotovoltaica, recorriendo una distancia aproximada de 80 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	ΔV (%)	F. Correcc.	
							T 20	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	80	225,63	800	250,00	0,499	1,00	0,72

La intensidad a transportar es  $I = 225,63$  A, un cable 3x2x95 mm<sup>2</sup> para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 299,79 A, superior a la intensidad a transportar mayorada 125%.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 0,499%, inferior al 1,5% permitido hasta este punto.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 6.3.3.Línea de conexión al inversor 2

Línea de conexión al inversor 2 de la planta fotovoltaica desde Cuadro General de Baja Tensión de la planta fotovoltaica, recorriendo una distancia aproximada de 45 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	ΔV (%)	F. Correcc.	
							T 20	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	45	225,63	800	250,00	0,321	1,00	0,72

La intensidad a transportar es  $I = 225,63$  A , un cable 3x2x95 mm<sup>2</sup> para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 299,79 A, superior a la intensidad a transportar mayorada 125%.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 0,321%, inferior al 1,5% permitido hasta este punto.

### 6.3.4.Línea de conexión al inversor 3

Línea de conexión al inversor 3 de la planta fotovoltaica desde Cuadro General de Baja Tensión de la planta fotovoltaica, recorriendo una distancia aproximada de 25 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	ΔV (%)	F. Correcc.	
							T 20	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	25	225,63	800	250,00	0,219	1,00	0,72

La intensidad a transportar es  $I = 225,63$  A , un cable 3x2x95 mm<sup>2</sup> para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 299,79 A, superior a la intensidad a transportar mayorada 125%.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 0,219%, inferior al 1,5% permitido hasta este punto.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>		Prep.	G.A.D.P.
			Rev.	J.B.A.
			Apro.	J.R.A.E.
			Rev.	0
			Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 6.3.5.Línea de conexión al inversor 4

Línea de conexión al inversor 4 de la planta fotovoltaica desde Cuadro General de Baja Tensión de la planta fotovoltaica, recorriendo una distancia aproximada de 25 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	ΔV (%)	F. Correcc.	
							T 20	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	25	225,63	800	250,00	0,219	1,00	0,72

La intensidad a transportar es  $I = 225,63$  A , un cable 3x2x95 mm<sup>2</sup> para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 299,79 A, superior a la intensidad a transportar mayorada 125%.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 0,219%, inferior al 1,5% permitido hasta este punto.

### 6.3.6.Línea de conexión al inversor 5

Línea de conexión al inversor 5 de la planta fotovoltaica desde Cuadro General de Baja Tensión de la planta fotovoltaica, recorriendo una distancia aproximada de 50 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	ΔV (%)	F. Correcc.	
							T 20	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	50	225,63	800	250,00	0,346	1,00	0,72

La intensidad a transportar es  $I = 225,63$  A , un cable 3x2x95 mm<sup>2</sup> para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 299,79 A, superior a la intensidad a transportar mayorada 125%.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 0,349%, inferior al 1,5% permitido hasta este punto.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>		Prep.	G.A.D.P.
			Rev.	J.B.A.
			Apro.	J.R.A.E.
			Rev.	0
			Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 6.3.7.Línea de conexión al inversor 6

Línea de conexión al inversor 6 de la planta fotovoltaica desde Cuadro General de Baja Tensión de la planta fotovoltaica, recorriendo una distancia aproximada de 75 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	ΔV (%)	F. Correcc.	
							T 20	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	75	225,63	800	250,00	0,474	1,00	0,72

La intensidad a transportar es  $I = 225,63$  A , un cable 3x2x95 mm<sup>2</sup> para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 299,79 A, superior a la intensidad a transportar mayorada 125%.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 0,474%, inferior al 1,5% permitido hasta este punto.

### 6.3.8.Línea de conexión al inversor 7

Línea de conexión al inversor 7 de la planta fotovoltaica desde Cuadro General de Baja Tensión de la planta fotovoltaica, recorriendo una distancia aproximada de 100 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	ΔV (%)	F. Correcc.	
							T 20	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	100	225,63	800	250,00	0,601	1,00	0,72

La intensidad a transportar es  $I = 225,63$  A , un cable 3x2x95 mm<sup>2</sup> para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 299,79 A, superior a la intensidad a transportar mayorada 125%.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 0,601%, inferior al 1,5% permitido hasta este punto.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 6.3.9. Línea de conexión al inversor 8

Línea de conexión al inversor 8 de la planta fotovoltaica desde Cuadro General de Baja Tensión de la planta fotovoltaica, recorriendo una distancia aproximada de 135 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	ΔV (%)	F. Correcc.	
							T 20	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	135	225,63	800	250,00	0,779	1,00	0,72

La intensidad a transportar es  $I = 225,63$  A , un cable 3x2x95 mm<sup>2</sup> para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 299,79 A, superior a la intensidad a transportar mayorada 125%.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 0,779%, inferior al 1,5% permitido hasta este punto.

### 6.3.10. Línea de conexión al inversor 9

Línea de conexión al inversor 9 de la planta fotovoltaica desde Cuadro General de Baja Tensión de la planta fotovoltaica, recorriendo una distancia aproximada de 170 metros. Las condiciones de la instalación serán cables unipolares de cobre RZ1-K 2x1x95 mm<sup>2</sup> enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	ΔV (%)	F. Correcc.	
							T 20	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	170	225,63	800	250,00	0,958	1,00	0,72

La intensidad a transportar es  $I = 225,63$  A , un cable 3x2x95 mm<sup>2</sup> para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 299,79 A, superior a la intensidad a transportar mayorada 125%.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 0,958%, inferior al 1,5% permitido hasta este punto.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 6.3.11. Línea de alimentación al transformador de auxiliares de la planta fotovoltaica

Línea de alimentación al transformador de servicios auxiliares desde Cuadro General de Baja Tensión de la planta fotovoltaica, recorriendo una distancia aproximada de 4 metros. Las condiciones de instalación serán: cables multipolares de cobre RZ1-K 0,6/1kV 3G6 sobre bandeja de rejilla, 32E según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	$\Delta V$ (%)	F. Correcc.	
							T 25	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	4	10,82	800	15	0,1132	0,91	0,75

La intensidad a transportar es  $I = 10,84$  A, un cable 3G6 para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 36,86 A, superior a la intensidad a transportar.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 0,1132%, inferior al 1,5% permitido hasta este punto.

### 6.3.12. Línea de alimentación a los servicios auxiliares de la planta fotovoltaica

Línea de alimentación a los servicios auxiliares desde el transformador de servicios auxiliares, recorriendo una distancia aproximada de 4 metros. Las condiciones de instalación serán: cables multipolares de cobre RZ1-K 0,6/1kV 4G6 sobre bandeja de rejilla, 32E según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kVA)	$\Delta V$ (%)	F. Correcc.	
							T 25	Agr.
Cu, RZ1-K 0,6/1kV	Trifásica	4	25	400	15	0,14	0,91	0,75

La intensidad a transportar es  $I = 25$  A, un cable 4G6 para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 36,86 A, superior a la intensidad a transportar.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 0,14%, inferior al 1,5% permitido hasta este punto.

La intensidad de cortocircuito  $I_{k3max}$  en el punto de partida de la línea es de 0,36 kA. La intensidad de cortocircuito al final de la línea es de 0,36 kA.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

#### 6.4. Resumen líneas BT

Para mayor facilidad se he generado la siguiente tabla resumen con las líneas de baja tensión analizadas.

Se puede verificar a simple vista que todas las líneas están dentro de los márgenes requeridos por la normativa.

Línea / Servicio	Tipo de cable	Modo Inst.	Longitud (m)	I (A)	Iz (cable) (A)	U (V)	ΔV (%)
<b>Trafo TFV a CGBT</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 3Fx9x1x95 mm <sup>2</sup>	32E	5	<b>1804,30 A</b>	<b>2011,50 A</b>	<b>CA 800 V</b>	0,0460
<b>Línea a inversor 1</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 3Fx2x1x95 mm <sup>2</sup>	D1	80	<b>282,04 A</b>	<b>299,79 A</b>	<b>CA 800 V</b>	0,4993
<b>Línea a inversor 2</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 3Fx2x1x95 mm <sup>2</sup>	D1	45	<b>282,04 A</b>	<b>299,79 A</b>	<b>CA 800 V</b>	0,3211
<b>Línea a inversor 3</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 3Fx2x1x95 mm <sup>2</sup>	D1	25	<b>282,04 A</b>	<b>299,79 A</b>	<b>CA 800 V</b>	0,2193
<b>Línea a inversor 4</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 3Fx2x1x95 mm <sup>2</sup>	D1	25	<b>282,04 A</b>	<b>299,79 A</b>	<b>CA 800 V</b>	0,2193
<b>Línea a inversor 5</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 3Fx2x1x95 mm <sup>2</sup>	D1	50	<b>282,04 A</b>	<b>299,79 A</b>	<b>CA 800 V</b>	0,3466
<b>Línea a inversor 6</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 3Fx2x1x95 mm <sup>2</sup>	D1	75	<b>282,04 A</b>	<b>299,79 A</b>	<b>CA 800 V</b>	0,4738
<b>Línea a inversor 7</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 3Fx2x1x95 mm <sup>2</sup>	D1	100	<b>282,04 A</b>	<b>299,79 A</b>	<b>CA 800 V</b>	0,6011
<b>Línea a inversor 8</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 3Fx2x1x95 mm <sup>2</sup>	D1	135	<b>282,04 A</b>	<b>299,79 A</b>	<b>CA 800 V</b>	0,7793
<b>Línea a inversor 9</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 3Fx2x1x95 mm <sup>2</sup>	D1	170	<b>282,04 A</b>	<b>299,79 A</b>	<b>CA 800 V</b>	0,9576
<b>Cable Trafo SSAA</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 5G6 mm <sup>2</sup>	32E	4	<b>10,82 A</b>	<b>40,50 A</b>	<b>CA 800 V</b>	0,0752
<b>Cable SSAA</b>	Cu, RZ1-K 0,6/1kV 5G6 mm <sup>2</sup>	32E	4	<b>25,00 A</b>	<b>40,50 A</b>	<b>CA 400 V</b>	0,1394

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 6.5. Cálculos eléctricos de líneas de continua

En este capítulo se indicará una única línea para el caso más desfavorable, es decir, una distancia de 150 metros.

### 6.5.1. String de 28 paneles

Línea de conexión a 28 paneles fotovoltaicos desde la planta fotovoltaica, recorriendo una distancia máxima de 180 metros. Las condiciones de instalación serán: cables unipolares de cobre H1Z2Z2-K 1,5kVcc 2x1x6mm<sup>2</sup> sobre rejilla, 32F, con tramos enterrados bajo tubo protector, 71D1 según IEC 60364-5-52.

Tipo de cable	Tipo	Longitud (m)	Intensidad cálculo (A)	Tensión (V)	Potencia nominal (kW)	ΔV (%)	F. Correcc.	
							T 20	Agr.
Cu, H1Z2Z2-K 1,5kVcc	CC	180	18,81	1134	17,07	1,303	1,00	0,72

La intensidad a transportar se ha considerado un 125% la nominal del string, tal como se indica en el REBT-ITC40, lo que resulta en  $I = 18,81$  A, un cable 2x1x6 mm<sup>2</sup> para las condiciones de instalación referidas y aplicando los factores de corrección soporta 34,61 A, superior a la intensidad a transportar.

La caída de tensión acumulada en la línea será de 1,303%, inferior al 1,5 % permitido hasta este punto.

Al tratarse de paneles fotovoltaicos la intensidad de cortocircuito  $I_{kmax}$  en toda la línea es de 15,85 A.

## 6.6. Resumen de líneas de continua

Para mayor facilidad se ha generado la siguiente tabla resumen con los strings de los inversores.

El número de identificación del string se interpreta de la siguiente manera:

“Número de inversor”. “Número de entrada MPPT”. “Número de string”

Por ejemplo, el string 2 del MPPT 5 del inversor 6 tendría el número identificador: 6.5.2.

Cada los strings tiene 28 paneles.

Se puede verificar a simple vista que todas las líneas están dentro de los márgenes requeridos por la normativa.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Línea / Servicio	Tipo de cable	Modo Inst.	Longitud (m)	I (A)	Iz (cable) (A)	U (V)	ΔV (%)
<b>String: 1.1.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	30	18,81	34,61	CC 1134	0,2172
<b>String: 1.1.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	10	18,81	34,61	CC 1134	0,0724
<b>String: 1.1.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	30	18,81	34,61	CC 1134	0,2172
<b>String: 1.2.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	50	18,81	34,61	CC 1134	0,3620
<b>String: 1.2.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	25	18,81	34,61	CC 1134	0,1810
<b>String: 1.2.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	45	18,81	34,61	CC 1134	0,3258
<b>String: 1.3.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	65	18,81	34,61	CC 1134	0,4706
<b>String: 1.3.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	85	18,81	34,61	CC 1134	0,6155
<b>String: 1.3.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	70	18,81	34,61	CC 1134	0,5069
<b>String: 1.4.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	60	18,81	34,61	CC 1134	0,4344
<b>String: 1.4.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	80	18,81	34,61	CC 1134	0,5793
<b>String: 1.5.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	100	18,81	34,61	CC 1134	0,7241
<b>String: 1.5.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	80	18,81	34,61	CC 1134	0,5793
<b>String: 1.6.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	100	18,81	34,61	CC 1134	0,7241
<b>String: 1.6.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	120	18,81	34,61	CC 1134	0,8689

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: nº 20240415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>. Cód. Ver: 77375653.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Línea / Servicio	Tipo de cable	Modo Inst.	Longitud (m)	I (A)	Iz (cable) (A)	U (V)	ΔV (%)
<b>String: 2.1.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	50	18,81	34,61	CC 1134	0,3620
<b>String: 2.1.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	10	18,81	34,61	CC 1134	0,0724
<b>String: 2.1.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	30	18,81	34,61	CC 1134	0,2172
<b>String: 2.2.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	50	18,81	34,61	CC 1134	0,3620
<b>String: 2.2.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	70	18,81	34,61	CC 1134	0,5069
<b>String: 2.2.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	90	18,81	34,61	CC 1134	0,6517
<b>String: 2.3.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	20	18,81	34,61	CC 1134	0,1448
<b>String: 2.3.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	40	18,81	34,61	CC 1134	0,2896
<b>String: 2.3.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	60	18,81	34,61	CC 1134	0,4344
<b>String: 2.4.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	80	18,81	34,61	CC 1134	0,5793
<b>String: 2.4.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	100	18,81	34,61	CC 1134	0,7241
<b>String: 2.5.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	40	18,81	34,61	CC 1134	0,2896
<b>String: 2.5.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	60	18,81	34,61	CC 1134	0,4344
<b>String: 2.6.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	80	18,81	34,61	CC 1134	0,5793
<b>String: 2.6.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	100	18,81	34,61	CC 1134	0,7241

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: nº 202404415, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Nº Colegiado: 8379, Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA, Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>, Cód. Ver: 77375653.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Línea / Servicio	Tipo de cable	Modo Inst.	Longitud (m)	I (A)	Iz (cable) (A)	U (V)	ΔV (%)
<b>String: 3.1.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>10</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,0724
<b>String: 3.1.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>30</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,2172
<b>String: 3.1.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>50</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,3620
<b>String: 3.2.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>70</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,5069
<b>String: 3.2.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>90</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,6517
<b>String: 3.2.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>110</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,7965
<b>String: 3.3.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>130</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,9413
<b>String: 3.3.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>150</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	1,0861
<b>String: 3.3.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>60</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,4344
<b>String: 3.4.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>80</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,5793
<b>String: 3.4.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>100</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,7241
<b>String: 3.5.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>120</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,8689
<b>String: 3.5.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>140</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	1,0137
<b>String: 3.6.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>160</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	1,1585
<b>String: 3.6.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>180</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	1,3033

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>. Cód. Ver: 77375653.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Línea / Servicio	Tipo de cable	Modo Inst.	Longitud (m)	I (A)	Iz (cable) (A)	U (V)	ΔV (%)
<b>String: 4.1.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	50	18,81	34,61	CC 1134	0,3620
<b>String: 4.1.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	70	18,81	34,61	CC 1134	0,5069
<b>String: 4.1.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	10	18,81	34,61	CC 1134	0,0724
<b>String: 4.2.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	40	18,81	34,61	CC 1134	0,2896
<b>String: 4.2.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	40	18,81	34,61	CC 1134	0,2896
<b>String: 4.2.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	60	18,81	34,61	CC 1134	0,4344
<b>String: 4.3.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	80	18,81	34,61	CC 1134	0,5793
<b>String: 4.3.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	100	18,81	34,61	CC 1134	0,7241
<b>String: 4.3.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	120	18,81	34,61	CC 1134	0,8689
<b>String: 4.4.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	140	18,81	34,61	CC 1134	1,0137
<b>String: 4.4.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	160	18,81	34,61	CC 1134	1,1585
<b>String: 4.5.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	180	18,81	34,61	CC 1134	1,3033
<b>String: 4.5.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	80	18,81	34,61	CC 1134	0,5793
<b>String: 4.6.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	60	18,81	34,61	CC 1134	0,4344
<b>String: 4.6.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	40	18,81	34,61	CC 1134	0,2896

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: nº 20240415, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Nº Colegiado: 8379, Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA, Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>, Cód. Ver: 77375653.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Línea / Servicio	Tipo de cable	Modo Inst.	Longitud (m)	I (A)	Iz (cable) (A)	U (V)	ΔV (%)
<b>String: 5.1.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>10</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,0724
<b>String: 5.1.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>30</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,2172
<b>String: 5.1.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>50</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,3620
<b>String: 5.2.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>70</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,5069
<b>String: 5.2.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>90</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,6517
<b>String: 5.2.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>110</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,7965
<b>String: 5.3.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>40</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,2896
<b>String: 5.3.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>40</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,2896
<b>String: 5.3.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>60</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,4344
<b>String: 5.4.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>80</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,5793
<b>String: 5.4.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>100</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,7241
<b>String: 5.5.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>120</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,8689
<b>String: 5.5.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>140</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	1,0137
<b>String: 5.6.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>160</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	1,1585
<b>String: 5.6.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>180</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	1,3033

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 202404415, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Nº Colegiado: 8379, Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA, Para comprobar su validez: <https://www.ccoim.es/verificacion>, Cód. Ver: 77375653.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Línea / Servicio	Tipo de cable	Modo Inst.	Longitud (m)	I (A)	Iz (cable) (A)	U (V)	ΔV (%)
<b>String: 6.1.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>70</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,5069
<b>String: 6.1.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>90</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,6517
<b>String: 6.1.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>50</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,3620
<b>String: 6.2.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>30</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,2172
<b>String: 6.2.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>50</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,3620
<b>String: 6.2.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>70</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,5069
<b>String: 6.3.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>10</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,0724
<b>String: 6.3.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>30</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,2172
<b>String: 6.3.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>50</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,3620
<b>String: 6.4.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>70</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,5069
<b>String: 6.4.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>90</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,6517
<b>String: 6.5.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>110</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,7965
<b>String: 6.5.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>60</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,4344
<b>String: 6.6.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>40</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,2896
<b>String: 6.6.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>40</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,2896

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: nº 20240415, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Nº Colegiado: 8379, Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA, Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/verificacion>, Cód. Ver: 77375653.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Línea / Servicio	Tipo de cable	Modo Inst.	Longitud (m)	I (A)	Iz (cable) (A)	U (V)	ΔV (%)
<b>String: 7.1.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>40</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,2896
<b>String: 7.1.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>60</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,4344
<b>String: 7.1.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>80</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,5793
<b>String: 7.2.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>100</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,7241
<b>String: 7.2.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>120</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,8689
<b>String: 7.2.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>10</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,0724
<b>String: 7.3.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>30</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,2172
<b>String: 7.3.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>30</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,2172
<b>String: 7.3.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>50</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,3620
<b>String: 7.4.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>70</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,5069
<b>String: 7.4.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>90</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,6517
<b>String: 7.5.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>50</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,3620
<b>String: 7.5.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>70</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,5069
<b>String: 7.6.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>90</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,6517
<b>String: 7.6.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>110</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61</b>	<b>CC 1134</b>	0,7965

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.ccoim.es/verificacion>. Cód. Ver: 77375653.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Línea / Servicio	Tipo de cable	Modo Inst.	Longitud (m)	I (A)	Iz (cable) (A)	U (V)	ΔV (%)
<b>String: 8.1.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>30</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,2172
<b>String: 8.1.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>10</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,0724
<b>String: 8.1.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>30</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,2172
<b>String: 8.2.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>50</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,3620
<b>String: 8.2.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>25</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,1810
<b>String: 8.2.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>45</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,3258
<b>String: 8.3.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>65</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,4706
<b>String: 8.3.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>85</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,6155
<b>String: 8.3.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>70</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,5069
<b>String: 8.4.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>60</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,4344
<b>String: 8.4.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>80</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,5793
<b>String: 8.5.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>100</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,7241
<b>String: 8.5.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>80</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,5793
<b>String: 8.6.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>100</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,7241
<b>String: 8.6.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	<b>120</b>	<b>18,81</b>	<b>34,61 A</b>	<b>CC 1134</b>	0,8689

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>. Cód. Ver: 77375653.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	G.A.D.P.
		Rev.	J.B.A.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	11/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - C - Cálculos</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Línea / Servicio	Tipo de cable	Modo Inst.	Longitud (m)	I (A)	Iz (cable) (A)	U (V)	ΔV (%)
<b>String: 9.1.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	10	18,81	34,61 A	CC 1134	0,0724
<b>String: 9.1.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	30	18,81	34,61 A	CC 1134	0,2172
<b>String: 9.1.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	50	18,81	34,61 A	CC 1134	0,3620
<b>String: 9.2.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	30	18,81	34,61 A	CC 1134	0,2172
<b>String: 9.2.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	50	18,81	34,61 A	CC 1134	0,3620
<b>String: 9.2.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	70	18,81	34,61 A	CC 1134	0,5069
<b>String: 9.3.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	30	18,81	34,61 A	CC 1134	0,2172
<b>String: 9.3.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	50	18,81	34,61 A	CC 1134	0,3620
<b>String: 9.3.3</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	70	18,81	34,61 A	CC 1134	0,5069
<b>String: 9.4.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	60	18,81	34,61 A	CC 1134	0,4344
<b>String: 9.4.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	80	18,81	34,61 A	CC 1134	0,5793
<b>String: 9.5.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	100	18,81	34,61 A	CC 1134	0,7241
<b>String: 9.5.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	60	18,81	34,61 A	CC 1134	0,4344
<b>String: 9.6.1</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	80	18,81	34,61 A	CC 1134	0,5793
<b>String: 9.6.2</b>	Cu, H1Z2Z2-K 1,5 kVcc 2x1x6 mm <sup>2</sup>	D1	100	18,81	34,61 A	CC 1134	0,7241

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 20240415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUEZ. Para comprobar su validez: <https://www.colim.es/verificacion>. Cód. Ver: 77375653.

Desarrollado por:



El Ingeniero Industrial  
 José Ramón Álvarez Enríquez  
 Madrid abril 2025  
 Colegiado Nº 8379

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV - MT - Memoria Técnica</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## ANEXO II

### Especificaciones Técnicas Equipos Principales.

## HT Series

225/250kW | Three phase | 6/12 MPPTs

The new HT1500V Series (225/250kW) is GoodWe's top inverter with an extensive list of features designed to reduce system and O&M costs. It is a perfect choice for the utilization of utility-scale centralized PV plants to maximize the return of investment. The HT1500V Series boasts options of 6 MPPTs and 12 MPPTs, reactive power compensation, and is compatible with bifacial 182mm/210mm modules. It features string level monitoring for intelligent detection of current issues. The series is also equipped with optional Anti-PID function and can realize 24-hour monitoring. For GW225KN-HT & GW250KN-HT, the unique mechanism of smart string protection switch is supported for the DC side protection against short circuits or reverse connections. The configuration of the HT1500V can be easily done via bluetooth, while firmware diagnosis and upgrading can be operated remotely. These outstanding sets of features were conceived to ensure the lowest levelized cost of energy (LCOE) and a utility that runs efficiently.



### Smart O&M

- String level monitoring
- Real-time monitoring



### Lower Cost

- AC terminal ready for 300mm<sup>2</sup> aluminum cables
- Reactive power compensation at night



### Superb Safety & Reliability

- Smart string protection switch<sup>1</sup>
- Type II SPD for both DC and AC



### Higher Yields

- 20A max. current per string<sup>1</sup>
- Anti-PID function

Technical Data	GW225K-HT	GW250K-HT	GW225KN-HT	GW250KN-HT
<b>Input</b>				
Max. Input Voltage (V)			1500	
MPPT Operating Voltage Range (V)			500 ~ 1500	
Start-up Voltage (V)			550	
Nominal Input Voltage (V)			1160	
Max. Input Current per MPPT (A)	30	30	60	60
Max. Short Circuit Current per MPPT (A)	50	50	90	90
Number of MPP Trackers	12	12	6	6
Number of Strings per MPPT	2	2	3	3
<b>Output</b>				
Nominal Output Power (kW)	225	250	225	250
Nominal Output Apparent Power (kVA)	225	250	225	250
Max. AC Active Power (kW)	247.5	250	247.5	250
Max. AC Apparent Power (kVA)	247.5	250	247.5	250
Nominal Output Voltage (V)			800, 3L / PE	
Output Voltage Range (V)			640 ~ 920	
Nominal AC Grid Frequency (Hz)			50 / 60	
AC Grid Frequency Range (Hz)			45 ~ 55 / 55 ~ 65	
Max. Output Current (A)	178.7	180.5	178.7	180.5
Power Factor		~1 (Adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging)		
Max. Total Harmonic Distortion			<3%	
<b>Efficiency</b>				
Max. Efficiency			99.0%	
European Efficiency	98.5%	98.5%	98.7%	98.7%
<b>Protection</b>				
PV String Current Monitoring			Integrated	
PV Insulation Resistance Detection			Integrated	
Residual Current Monitoring			Integrated	
PV Reverse Polarity Protection			Integrated	
Anti-islanding Protection			Integrated	
AC Overcurrent Protection			Integrated	
AC Short Circuit Protection			Integrated	
AC Overvoltage Protection			Integrated	
DC Switch			Integrated	
DC Surge Protection			Type II	
AC Surge Protection			Type II	
Emergency Power Off			Optional	
Remote Shutdown			Optional	
Anti-PID			Optional	
PID Recovery			Optional	
Reactive Power Compensation at Night			Integrated	
Power Supply at Night			Integrated	
<b>General Data</b>				
Operating Temperature Range (°C)			-30 ~ +60	
Relative Humidity			0 ~ 100%	
Max. Operating Altitude (m)			5000 (>4000 derating)	
Cooling Method			Smart Fan Cooling	
User Interface			LED (LCD optional), Bluetooth + APP	
Communication			RS485 or PLC	
Communication Protocols			Modbus RTU	
Weight (kg)			111	
Dimension (W x H x D mm)			1091 x 678 x 341	
Topology			Non-isolated	
Self-consumption at Night (W)			<18	
Ingress Protection Rating			IP66	
DC Connector			MC4-Evo2 (4 ~ 6mm <sup>2</sup> )	
AC Connector			OT / DT terminal (Max. 300mm <sup>2</sup> )	

\*: Please visit GoodWe website for the latest certificates.

\*: The product appearance shown is GW225KN-HT / GW250KN-HT. The appearance may vary for GW225K-HT / GW250K-HT.

# GCL- NT12R/66GDF

**595-620W**

**Bifacial Dual Glass  
Monocrystalline Module**



**620W**

Maximum Power Output

**22.95%**

Maximum Module Efficiency

**0~+5W**

Power Output Guarantee

## GCL Delivers Reliable Performance Over Time

- World-class manufacturer of crystalline silicon photovoltaic modules
- Fully automatic facility and world-class technology
- Rigorous quality control to meet the highest standard: ISO 9001, ISO 14001 and ISO 45001
- Tested for harsh environments (salt mist, ammonia corrosion and sand blowing test: IEC 61701, IEC 62716, DIN EN 60068-2-68)
- Long term reliability tests
- 2x100% EL inspection ensuring defect-free modules



Ideal choice for large scale ground installation



Non-destructive cutting, reduce potential micro crack risk

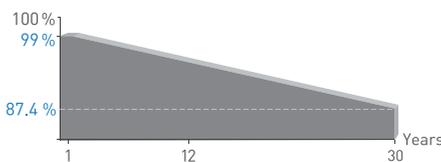


Sand blowing test, salt mist test and ammonia test passed to endure harsh environments



N type technology: The N-type module has better reliability and lower LID/LETID

## Linear Performance Warranty



**12** Year Product Warranty

**30** Year Linear Power Warranty

**0.40%** Annual Degradation Over 30 years



Selected encapsulating material and stringent production process control ensure the product is highly PID resistant and snail trails free



Large size silicon wafer module can reduce the cost of PV support bracket, combining manifolds, cable, land and so on, thus thinning the LCOE

\* Please refer to GCL standard warranty for details

Additional Insurance Backed by Swiss RE

\* Please refer to GCL for details



Electrical Specification (STC\*)

Maximum Power	Pmax[W]	595	600	605	610	615	620
Maximum Power Voltage	Vmp[V]	39.94	40.14	40.34	40.53	40.73	40.93
Maximum Power Current	Imp[A]	14.90	14.95	15.00	15.05	15.10	15.15
Open Circuit Voltage	Voc[V]	47.65	47.80	47.95	48.10	48.25	48.40
Short Circuit Current	Isc[A]	15.70	15.75	15.80	15.85	15.90	15.95
Module Efficiency	[%]	22.03	22.21	22.40	22.58	22.77	22.95

\* Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5

Electrical Specification (NOCT\*)

Maximum Power	Pmax [W]	447.5	451.0	454.4	457.8	461.3	464.8
Maximum Power Voltage	Vmp [V]	37.42	37.58	37.74	37.90	38.06	38.22
Maximum Power Current	Imp [A]	11.96	12.00	12.04	12.08	12.12	12.16
Open Circuit Voltage	Voc[V]	44.88	45.02	45.16	45.30	45.44	45.58
Short Circuit Current	Isc [A]	12.68	12.72	12.76	12.80	12.84	12.88

\* Irradiance 800W/m<sup>2</sup> Ambient Temperature 20°C Wind Speed 1m/s

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Maximum Power	Pmax [W]	642.6	648.3	653.5	658.6	664.3	669.6
Maximum Power Voltage	Vmp [V]	39.94	40.14	40.34	40.53	40.73	40.93
Maximum Power Current	Imp [A]	16.09	16.15	16.20	16.25	16.31	16.36
Open Circuit Voltage	Voc[V]	47.65	47.80	47.95	48.10	48.25	48.40
Short Circuit Current	Isc [A]	16.96	17.01	17.06	17.12	17.17	17.23

Mechanical Data

Number of Cells	132 Cells (6x22)
Dimensions of Module L*W*H (mm)	2382x1134x30mm (93.78x44.65x1.18 inches)
Weight (kg)	32.6 kg
Front Side Glass	2.0mm (0.08 inches), Heat strengthened glass
Back Side Glass	2.0mm (0.08 inches), Heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Cable	4.0mm <sup>2</sup> , Portrait: +300/-200mm length can be customized
Number of diodes	3
Wind/ Snow Load	2400Pa/ 5400Pa*
Connector	MC Compatible
Bifaciality	80±5%

\* For more details please check the installation manual of GCLSI

Temperature Ratings

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C
Temperature Coefficient of Isc	+0.045%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.29%/°C

Maximum Ratings

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC
Max Series Fuse Rating	35A

Optional

Connector:  Original MC4

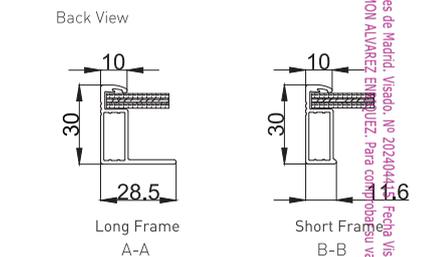
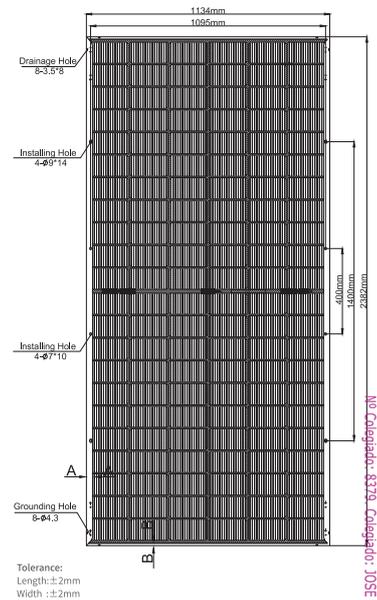
Packaging Configuration

Module per box	36 pieces
Module per 40' container	720 pieces

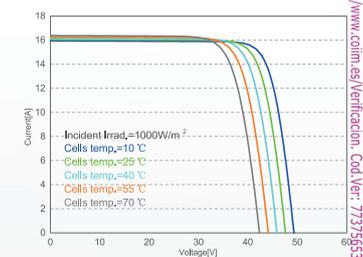
Contact Us for More Information

website: [www.gclsi.com](http://www.gclsi.com) email: [gclsisales@gclsi.com](mailto:gclsisales@gclsi.com)

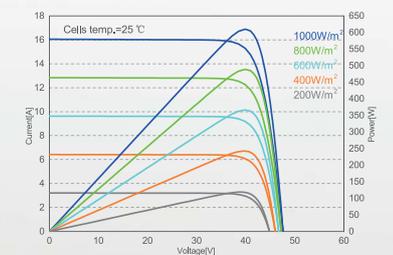
Module Dimension



I-V Curve at Different Temperature (620W)



I-V/P-V Curve at Different Irradiation (620W)



CAUTION: READ INSTALLATION MANUAL BEFORE USING THE PRODUCT



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: Nº 2024/4445 Fecha Visado: 11/02/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, No Colegiado: 82324, Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ERREQUIZ, Para comprobar su validez: <http://www.ccoim.es/Verificacion>, Cód.Ver: 77375553.



## Requisitos climáticos, ambientales y comportamiento al fuego

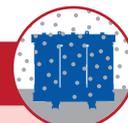
El comité técnico CENELEC para Transformadores Encapsulados en Resina ha definido los requisitos mínimos para la utilización de transformadores en condiciones ambientales particularmente desfavorables, como la presencia de humedad, la contaminación industrial y marina y el alto riesgo de incendio. Estos documentos elaborados por CENELEC, se insertan en el CEI EN 60076-11, incluyendo las calificaciones requeridas y los procedimientos de prueba para verificarlos.

En 1997 y más tarde en 2001 IMEFY logró el certificado E2-C2-F1 en transformadores con diferentes potencias. En 2010 IMEFY obtuvo un nuevo certificado en un transformador de 1000kVA en el centro de pruebas de CESI (Milán).

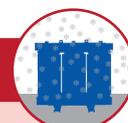
De la misma forma, en el último procedimiento de prueba, IMEFY ha completado en un transformador de 1600kVA, la prueba para la nueva clase medioambiental E3, clase climática C3 y comportamiento al fuego F1.

En la siguiente tabla se enumeran las diferentes clasificaciones que subrayan lo anteriormente mencionado:

AMBIENTAL	
E0	No se produce condensación en los transformadores y la contaminación es inapreciable. Esto se consigue normalmente en una instalación interior limpia y seca.
E1	Puede ocurrir condensación ocasional en el transformador (por ejemplo, cuando el transformador está apagado). La contaminación es posible.
E2	Condensación frecuente, fuerte contaminación o la combinación de ambos; con la conductividad del agua en el rango entre 0,5 s/m y 1,5 s/m.
E3	Cercano a la condensación total, fuerte contaminación o la combinación de ambos; con la conductividad del agua en el rango de entre 3,6 s/m y 4 s/m.



CLIMÁTICO	
C1	El transformador es apto para funcionar a una temperatura ambiente que no sea inferior a -5°C, pero puede estar expuesto durante el transporte y almacenamiento a temperaturas ambiente de hasta -25°C.
C2	El transformador es apto para el funcionamiento, transporte y almacenamiento a temperaturas ambiente de hasta -25°C.
C3	El transformador es apto para transporte y almacenamiento a -40°C y funcionamiento a -25°C.



COMPORTAMIENTO AL FUEGO	
F0	No hay riesgo de incendio. Excepto por las características inherentes en el diseño del transformador, no se toman medidas especiales para limitar la inflamabilidad.
F1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflamabilidad restringida.</li> <li>• Dentro de un tiempo determinado el fuego debe autoextinguirse.</li> <li>• Emisión minimizada de sustancias tóxicas y humos opacos.</li> <li>• Los materiales y productos de combustión deben de estar prácticamente exentos de compuestos halógenos y no debe contribuir de forma significativa a la energía térmica de un fuego externo.</li> </ul>



Todos los Transformadores IMEFY están certificados mínimo con: E3-C3-F1 (Acuerdo a la norma CEI 60076-11, Certificado CESI B0005487).

## Transformadores Ecodesign

Debido a las nuevas tendencias existentes sobre legislación, enfocadas a la Eficiencia Energética, y Desarrollo Sostenible, IMEFY dispone de un equipo técnico que realiza estudios de desarrollo, mejora continua y de eficiencia energética de los transformadores encapsulados en resina epoxi, desde el origen hasta el final de la vida útil de los transformadores.

Este equipo de I+D+i investiga y desarrolla nuevos mecanismos para conseguir productos cada vez más eficientes, y van desde:

- Adquisición de materiales (resinas con componentes químicos libres de sustancias prohibidas, chapa de alta calidad, materiales con propiedades ignifugas, etc.)
- Desarrollo de procesos atendiendo a la reducción de emisiones potenciales de CO2 equivalente y desarrollo de Plan Energético.
- Mayor eficiencia energética a lo largo de la vida útil de los transformadores, lo que implica un aumento de la misma.
- Reciclaje de materiales al final de la vida útil.

Todos estos estudios e investigaciones, algunos de ellos en colaboración con las Administraciones Públicas permiten a IMEFY poder ofrecer transformadores de bajas pérdidas.

Estas pérdidas tan bajas, que en principio pueden suponer un aumento del coste del transformador debido a los materiales especiales utilizados, a lo largo de toda la vida útil del transformador repercuten en una mayor eficiencia energética, reducción de costes de operación y por lo tanto en un retorno de inversión a corto plazo, de acuerdo a evidencias basadas en fórmulas matemáticas existentes.

De acuerdo al Reglamento Europeo (UE) 1783/2019 y a la norma UNE-EN 50708-2-1 los niveles de pérdidas EcoDesign II son:

Potencia (kVA)	Pérdidas EcoDesign para Um <=24kV			Pérdidas EcoDesign para Um <=36kV			Impedancia de CC %			
	Pérdidas en Carga Pk (W)	Pérdidas en vacío P0 (W)		Pérdidas en Carga Pk (W)	Pérdidas en vacío P0 (W)					
100	Ak	1800	A0	Ak + 10%	A0 + 15%	6 *				
160		2600						252	1980	290
250		3400						360	2860	414
400		4500						468	3740	538
630		7100						675	4950	776
800		8000						990	7810	1139
1000		9000						1170	8800	1346
1250		11000						1395	9900	1604
1600		13000						1620	12100	1863
2000		16000						1980	14300	2277
2500		19000						2340	17600	2691
3150		22000						2790	20900	3209
		3420	24200	3933						

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: nº 20240415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM. Colegiado: 8099. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para consultar el visado: <https://www.coiim.es/verificacion>. Cód. Ver: 77375653.

## Niveles de pérdidas

IMEFY además puede ofrecer otros niveles de pérdidas según las siguientes tablas:

Pérdidas en carga y en vacío (W) para $U_m \leq 24$ kV						
Potencia (kVA)	Pérdidas debidas a la carga Pk (W)		Pérdidas en vacío P0 (W)			Impedancia de CC (%)
	Ak	Bk	A0	B0	C0	
100	1800	2050	280	340	460	6 *
160	2600	2900	400	480	650	
250	3400	3800	520	650	880	
400	4500	5500	750	940	1200	
630	7100	7600	1100	1250	1650	
800	8000	9400	1300	1500	2000	
1000	9000	11000	1550	1800	2300	
1250	11000	13000	1800	2100	2800	
1600	13000	16000	2200	2400	3100	
2000	16000	18000	2600	3000	4000	
2500	19000	23000	3100	3600	5000	
3150	22000	28000	3800	4300	6000	

Pérdidas en carga y en vacío (W) para $U_m = 36$ kV							
Potencia (kVA)	Pérdidas debidas a la carga Pk (W)			Pérdidas en vacío P0 (W)			Impedancia de CC (%)
	Ak	Bk	Ck	A0	B0	C0	
100	-	2255	-	322	-	-	6 *
160	2500	3190	2900	460	900	960	
250	3500	4180	4000	598	1100	1280	
400	5000	6050	5700	863	1300	1650	
630	7000	8360	8000	1265	1600	2200	
800	8800	9000	9600	1495	1900	2700	
1000	9900	11000	11500	1783	2250	3100	
1250	12100	13000	14000	2070	2600	3600	
1600	14300	16000	17000	2530	3000	4200	
2000	17600	18500	21000	2990	3500	5000	
2500	20900	22500	25000	3565	4200	5800	
3150	24200	27500	30000	4370	5000	6700	

\* Para otra impedancia de cortocircuito, consultar al Dpto. Técnico de IMEFY.

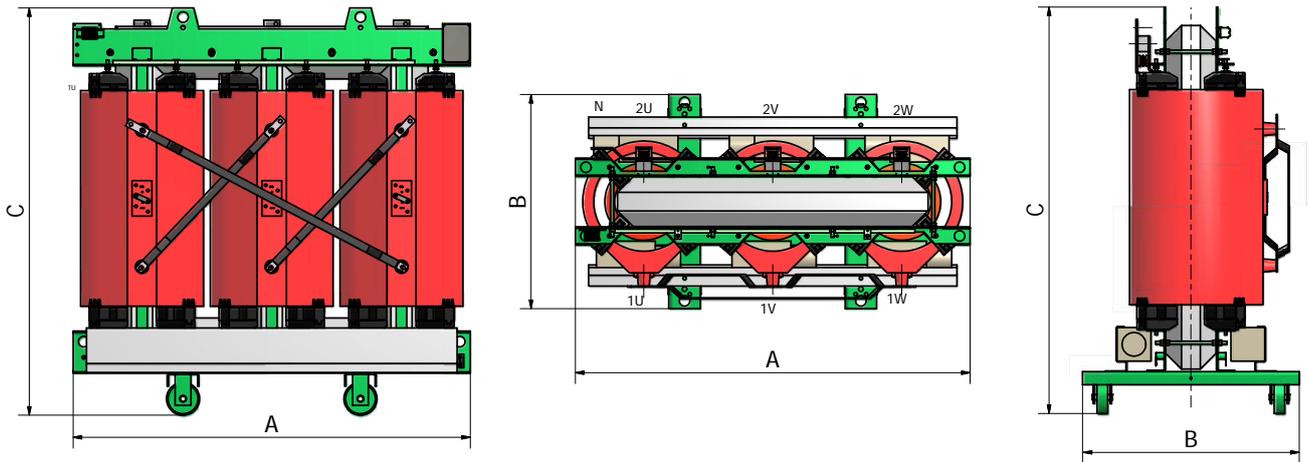
# TABLA DE DIMENSIONES, PESOS Y PÉRDIDAS

POTENCIA (kVA)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV)	IMPEDANCIA DE CC (%)	PÉRDIDAS (W)	DIMENSIONES APROXIMADAS (mm)			PESO TOTAL (kg)	Lwa POTENCIA db(A)
				ALUMINIO				
				Largo (A)	Ancho (B)	Alto (C)		
100	24	6*	Ak AA0	1500	765	1350	1300	51
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)	1600	820	1580	1400	51
160	24	6*	Ak AA0	1500	765	1350	1300	54
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)	1750	900	1620	2000	54
250	24	6*	Ak AA0	1500	820	1400	1320	57
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)	1750	950	1750	2150	57
400	24	6*	Ak AA0	1550	850	1600	1650	60
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)	1800	1000	1900	2600	60
630	24	6*	Ak AA0	1600	860	1750	2150	62
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)	1800	1000	1900	2800	62
800	24	6*	Ak AA0	1700	880	1800	2600	64
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)	1800	1000	2100	3300	64
1000	24	6*	Ak AA0	1800	900	1950	3150	65
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)	1900	1100	2250	3750	65
1250	24	6*	Ak AA0**	1900	1000	2220	3800	67
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)**	2000	1100	2400	4300	67
1600	24	6*	Ak AA0	1950	1020	2220	4200	68
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)	2250	1200	2500	5700	68
2000	24	6*	Ak AA0	2050	1070	2300	4900	70
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)	2400	1420	2550	6600	70
2500	24	6*	Ak AA0	2300	1420	2450	6750	71
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)	2500	1420	2600	7450	71
3150	24	6*	Ak AA0	2600	1420	2500	9100	74
	36		Ak (+10%) AA0 (+15%)**	2650	1420	2650	9800	74

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: nº 2024/0415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 8879. Colegiado: JOSE RAMÓN ALVAREZ EIRRIQUEZ. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacim>. Cod.Ver: 7375653.

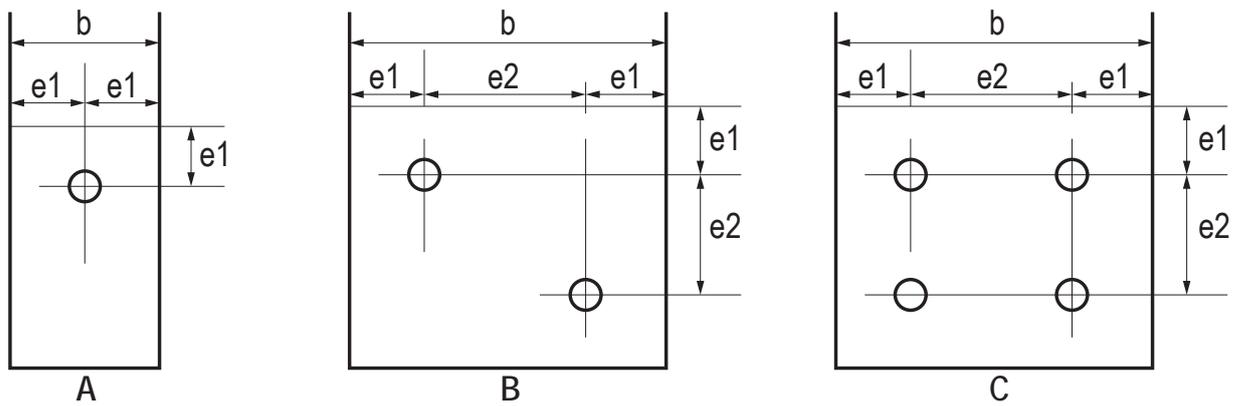


## Planos generales



Ver dimensiones en pág. 8 y 9.

## Planos de los terminales de baja tensión



Tipo	A	B	C	C	C	
Potencia	$I \leq 400A$	$400A < I \leq 1000A$	$1000A < I \leq 1600A$	$1600A < I \leq 2000A$	$2000A < I \leq 3600A$	
Ancho (b)	30	60	80	100	120	>120
e1	15	14	20	25	30	
e2	-	32	40	50	60	
Nº agujeros	1	2	4	4	4	Bajo acuerdo entre proveedor y comprador
Ø agujeros	14	14	14	14	18	

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: nº 2024/0415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 83379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.cofim.es/ver-firma/> (id.Ver: 77375653).



# Tamb-Si

## External Temperature Sensor for Si-RS485TC-2T-v

Sensor type:	Pt1000 1/3 class B
Temperature range:	-40...+85°C
Sensor housing:	INOX steel tube, 6 mm diameter, 50 mm length
Cable:	3 m LiYC11Y, 4 x AWG 26, black, weather and uv-resistant
Connector:	Binder connector series 712
Protection:	IP67
Pin assignment:	Pin 1 – Pt1000 Pin 2 – Pt1000 Pin 3 – cable shield, isolated to INOX steel tube



### Mounting Advices

In case of outdoor installation avoid direct rain and sun contact on INOX steel tube. Probably use sun respectively rain protection.

### Security Advice

The installation and assembly of electrical equipment may only be performed by a skilled electrician. The sensor must not be used in any relation with equipment that supports, directly or indirectly, human health or life or with applications that can result in danger for people, animals or real value.

# Tmodul-Si

External PV Module Temperature Sensor for Si-RS485TC-2T-v



## Short Description

Our module and surface temperature sensors come equipped with a stable Aluminium housing and a robust weatherproof cable. Thanks to the use of top quality components the sensors achieve very high accuracy and are ideal for use in field environments (PV module temperature).

## Technical Data

Type	Tmodul-Si
Sensor Element	Pt1000 Class A as per EN 60751
Sensor Housing	Self-Adhesive Aluminium Block, 35 mm x 12 mm x 6 mm
Protection Level	IP 67
Pin Assignment	Pin 1: Pt1000 Pin 2: Pt1000 Pin 3: cable shield, isolated to Aluminium Block
Weight	approx. 85g
Operating Condition	-40 to +90°C (see below Installation Instruction)
Sensor Cable	Length: 3 m, PUR coated, shielded (LiYHC11Y, 2 x 0.25 mm <sup>2</sup> )
Customs Tariff Number	90 25 19 00

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM. Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/Verificacion>. Cod. Ver.: 77375653.

## Tmodul-Si

### External Temperature Sensor for Si-RS485TC-2T-v

#### Safety Instructions

The installation and assembly of electrical equipment must be carried out by electrically qualified persons. The sensor may not be used with equipment whose direct or indirect purpose is to prevent human death or injury, or whose operation poses a risk to humans, animals or property.

#### Electrical Connection

This sensor is designed for connecting to the Si sensor type Si-RS485TC-2T-v. For connecting remove the protection cap of the 3-pole socket of the Si-RS485TC-2T-v and connect the Tmodul-Si. To lock the cable connector, the threaded ring is tightened until it is 'finger-tight' (approx. 50 Ncm).

#### Installation Instructions

If mounted outdoors, avoid direct exposure to sunlight and rain to the sensor housing (Aluminium block). If necessary, provide protection from the sun and rain.

The sensor element is mounted by gluing the Aluminium block directly to the measurement surface. The surface must be dry, clean and degreased. It is also recommended using an extra fixing with silicone or Sikaflex, particularly for module temperature above 75°C.

Note: The module temperature measurement can be optimised by completely covering the sensor element.

The sensor cable needs a cable grip close to the sensor housing.



#### Maintenance

The sensors should be checked once a year for damage, contamination and correct fitting.

#### User information

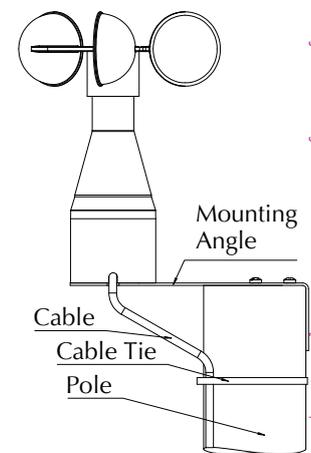
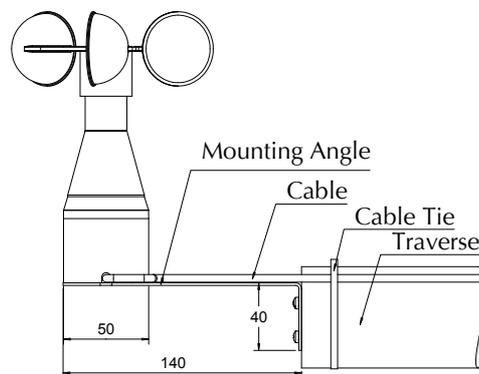
The sensor is designed for the measurement of a surface temperature. The warranty is for 1 year from the date of the invoice for the intended use. M&T does not accept any liability for possible losses or damage due to the incorrect usage of the sensor. Liability for consequential damages is excluded.

# Vwind-Si

## Wind speed Sensor for Si-RS485TC-2T-v



Sensor type:	Cup star anemometer
Signal:	Reed relais, 2.5 Hz/(m/s)
Range:	0.9...40 m/s (60 m/s for short time)
Accuracy:	0.5 m/s or 5% of reading
Cable:	5 m LiYC11Y, 4 x AWG 26, black, weather and uv-resistant
Connector:	Binder connector series 712
Pin assignment:	Pin 1 – Reed relais Pin 2 – Reed relais



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 77375653.

### Mounting Advices

Storing, mounting and operation under weather conditions is only allowed in vertical position, as otherwise water can get into the sensor. So an installation with roof inclination is not allowed.

No installation in wind protected areas or in wind shadow of any construction.

On flat roofs a installation in the middle of the roof is preferable.

The wind sensor must be integrated into the lightning protection system.

### Maintenance

Heavy air pollution can clog up the slit between the rotating and the stationary part of the wind sensor. This slit must be kept clean.

After longer use abrasion might occur at the bearings and the reed relays. This can cause a higher starting torque or missing output impulses. Therefore we recommend a yearly maintenance and checking of the rotating ability of the cup star.

### Security Advice

The installation and assembly of electrical equipment may only be performed by a skilled electrician.

The sensor must not be used in any relation with equipment that supports, directly or indirectly, human health or life or with applications that can result in danger for people, animals or real value.



## Digital Silicon Irradiance Sensors

### Type Overview

Type	Extension
Si-RS485TC-T-MB	–
Si-RS485TC-2T-MB	Firmly connected ambient temperature sensor (3 m connection cable)
Si-RS485TC-T-Tm-MB	Firmly connected ambient temperature sensor (3 m connection cable)
Si-RS485TC-2T-v-MB	2 connectors for one temperature sensor and one wind speed sensor: - Wind speed Vwind-Si - Ambient temperature Tamb-Si or module temperature Tmodul-Si
Si-RS485TC-3T-MB	2 connectors for two external temperature sensor: T1: Ambient temperature Tamb-Si or module temperature Tmodul-Si T2: Ambient temperature Tamb-Si or module temperature Tmodul-Si

### Warranty and Liability

The irradiance sensor is designed for the measurement of the natural solar irradiance. The warranty is for 1 year from the date of the invoice for the intended use. IMT Technology does not accept any liability for possible losses or damage due to the incorrect usage of the sensor. Liability for consequential damages is excluded.

**Special note: The housing for the Si sensors is not allowed to be opened by the installer or user, because, as a consequence, the housing will no longer be sealed after it is closed. If the housing is opened, the manufacturer's warranty will be rendered void.**

### Maintenance

Scope of the regularly check (at least once a year): Cleaning of solar cell, external damage, mechanical fastening, cable laying and any damage to the cable. In the report IEA-PVPS T13-03:2014 "Analytical Monitoring of Grid-connected Photovoltaic Systems" an interval of 1 to 2 weeks is recommended.

Should damage be found that degrades the function or safety, the sensor is to be replaced.

A recalibration is recommended by IMT Technology at least every 3 years.



**Danger of death due to electrical power (medium)**

On the connection of the Si sensor to an inverter, dangerous voltages are present on the inverter (disconnection, secure against switching, follow inverter manual).



The sensors are designed for **safety extra-low voltage** (SELV) operation. The maximum power of the voltage supply is 50 VA ("Class 2 limited power").

Reversing the polarity or mixing up the connections on the Si sensor may cause irreversible damage to the sensor. The **cable shield** is to be connected to PE during installation.

**The installation and assembly of electrical equipment must be carried out by electrically qualified persons.**

The sensor may not be used with equipment whose direct or indirect purpose is to prevent human death or injury, or whose operation poses a risk to humans, animals or property.



Si sensors used for monitoring of PV installations must be installed with the **same alignment and inclination as the PV generator**. The mounting location should be free of shading as far as possible.

To facilitate maintenance and cleaning of the Si sensor, the Si sensor should be mounted in an easily accessible place.

The **mounting location** at a PV generator must be selected such that snow cannot jeopardise the Si sensor as it slides off. For this reason do not mount along the drip edge on the PV generator.

The **fixation of the sensor** has to be carried out with at least 1 screw per mounting bracket.

The **connecting cable** should always be laid separated from, e.g. main DC cables or AC cables.

The connecting cable is to be laid so it is fixed.

The minimum bending radius of 15 x cable diameter ( $\varnothing$  approx. 5 mm) is to be observed.

The voltage drop at the cable has to be considered when calculating the maximum cable length.

**The cable gland is not allowed to be undone or tightened by the user.**

It is not necessary for the installer or user to open the Si sensor. **If the housing is nevertheless opened, no liability for the sealing can be accepted.**

The **surge protection concept** must be adapted to the specific local situation. This means, for instance, that the measuring cables must be equipped with a separate surge arrester at the entry to a building.

The sensor must be integrated into the **lightning protection** concept.

Should it be necessary to **clean** the Si sensor, a soft cotton cloth, water and a mild cleaning agent can be used for this purpose.

**Mounting Instruction**

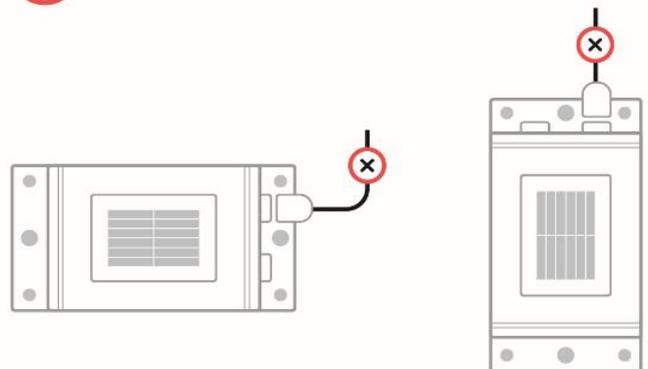
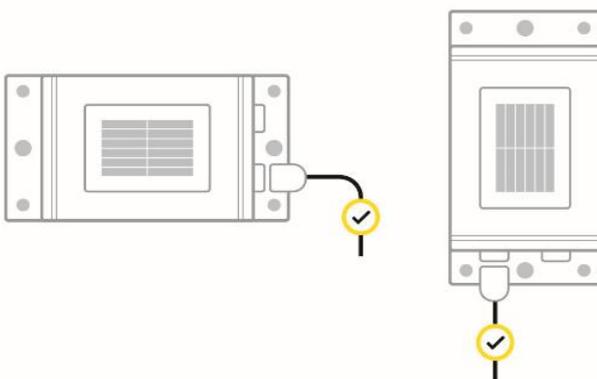
When installing the sensor, the cables must be routed downwards from the housing.



Correct!



Wrong!



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: nº 202404415, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Nº Colegiado: 8379, Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA, Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/verificacion, Cod.Ver: 77375653.

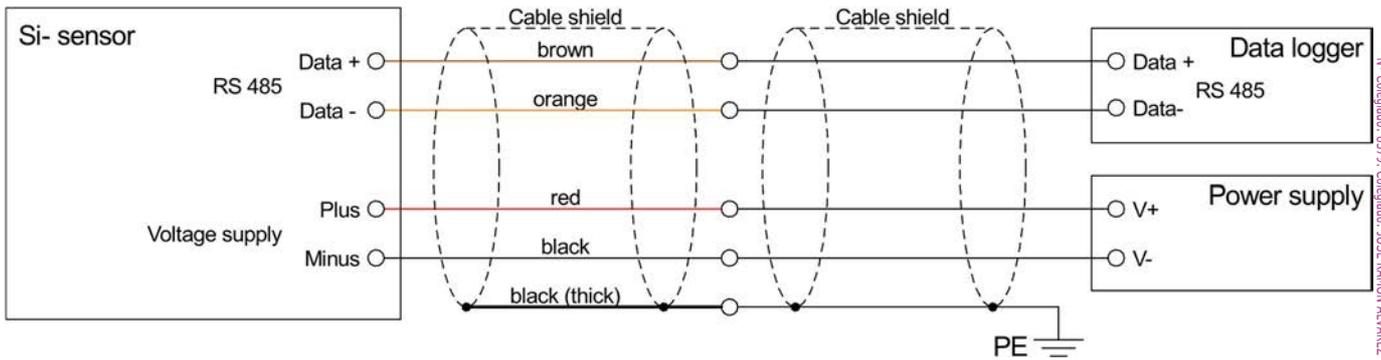
**Cable Length**

Supply voltage	Cable cross section in mm <sup>2</sup>						
	0.14	0.25	0.34	0.5	0.75	1.0	1.5
24 V <sub>DC</sub>	300 m	600 m	800 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
12 V <sub>DC</sub>	50 m	100 m	150 m	200 m	300 m	400 m	650 m

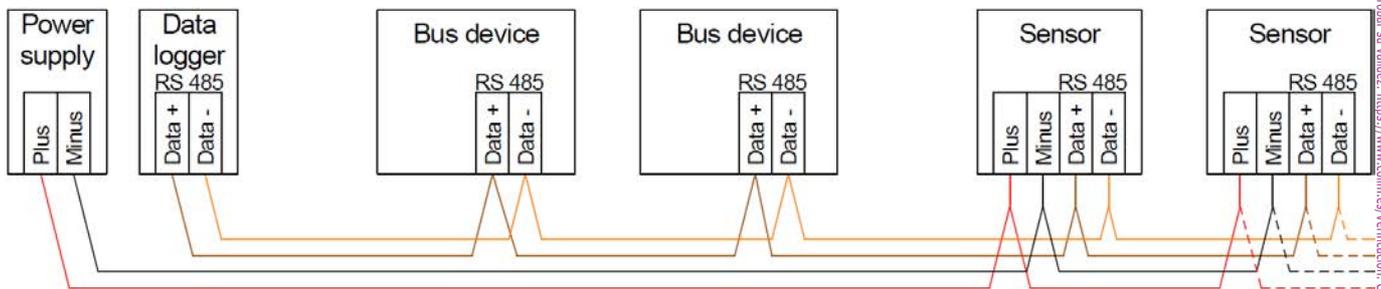
Maximum additional cable length of Si sensors with 3 m connection cable at voltage supply of 24 V<sub>DC</sub> and 12 V<sub>DC</sub>.

Note: If more sensors are supplied by the same voltage supply, the possible cable length is reduced accordingly.  
 Example: 3 sensors at 24 V<sub>DC</sub> and cable 0.14 mm: 300 m / 3 = 100 m

**Wiring Diagram**



**Bus Topology**



All bus participants with Modbus protocol (RTU) require identical Modbus parameters but different addresses.  
 Bus termination usually not required.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: nº 202404415, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Nº Colegiado: 8379, Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA, Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion, Cod.Ver: 77375653.

**Technical Data**

**General Data**

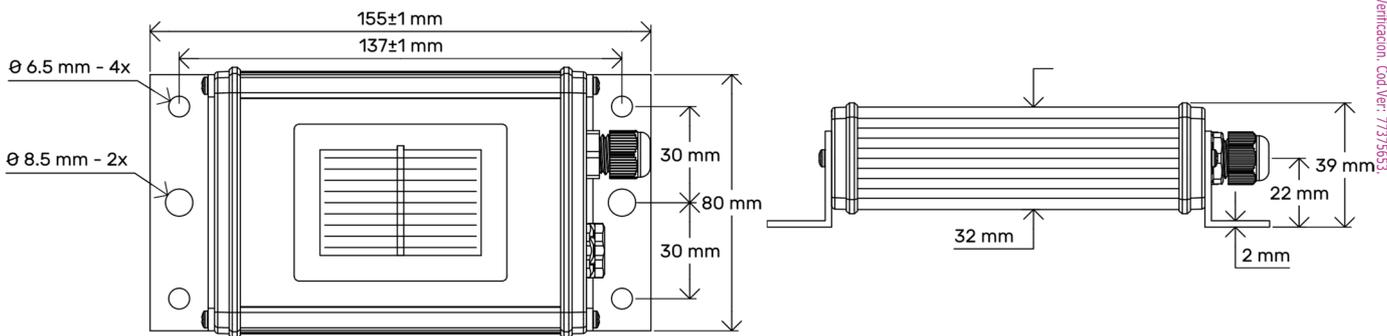
Output signal	RS485
Irradiance range	0 to 1500 W/m <sup>2</sup>
Temperature range	-40 to +90°C
Sensor element	Monocrystalline silicon PV cell; 50 mm x 33 mm
Case: material	Powder coated aluminium
dimension / weight / degree of protection	155 mm x 85 mm x 39 mm / 350 to 470 g / IP 67
Operating temperature	-35 to +80°C
Supply voltage	24 V <sub>DC</sub> (10 ... 28 V <sub>DC</sub> )
Current consumption	Typical 25 mA at 24 V <sub>DC</sub>
Connecting cabel	Length typical 3 m, LiYC11Y 4x0.14 mm <sup>2</sup>
Maximum cable length	1000 m
Galvanic insulation	Up to 1000 V between supply voltage and RS485

**Wire colors**

Brown	Data +
Orange	Data -
Black	Supply
Red	GND
Black (thick)	Shield

Protocol	Settings (default)	Note
Modbus (RTU)	Address: 1 Baud rate: 9600 baud Format: 8N1	Settings can be changed with „Si Modbus Configurator“ software. Maximum baud rate: 38400 baud

**Dimensions**



**Scope of Delivery**

- Si sensor incl. pre-assembled connecting cable or suitable male connector (option)
- Calibration certificate
- Instruction sheet

**Intelligent Measurement & Testing**

IMT Technology GmbH  
Schwarzer Weg 43A  
31789 Hameln, Germany

T +49 5151 403699-0  
F +49 5151 403699-19  
E info@imt-technology.com

© IMT Technology GmbH  
Date: July 2024  
Errors and changes excepted

www.imt-technology.com

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: nº 202404415, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Nº Colegiado: 8379, Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion, Cod.Ver: 77375653.

4	--	--	--	--	--
3	--	--	--	--	--
2	--	--	--	--	--
1	--	--	--	--	--
0	18/10/2024	INICIAL	GADP	GADP	JRAE
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREP. POR	REV. POR	APR. POR

REVISIONES



PROPIEDAD : SOLUTEX GC, S.L.  
LOCALIZACIÓN : P.I. EL ZAFRANAR P22, MALLÉN, ZARAGOZA  
PROYECTO : PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  
CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  
FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW



Las tolerancias no indicadas serán según DIN 7168 grado de precisión mediano y DIN 8570 AF.			Proyección ISO 128
Diseñado por: GADP	Fecha: 18/10/2024	Comprobado por: MCA	Fecha: 18/10/2024
Dibujado por: MRG	Fecha: 18/10/2024	Aprobado por: JRAE	Fecha: 18/10/2024
Página: 000		Escala --	

PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

DWG. NO.-	20250326_SMPFV - PL - Planos Solutex_V00	Revisión: 0
-----------	--	----------------

Este documento es propiedad de TAC S.L. - SINERCONSULT y no podrá ser reproducido, copiado, cedido a terceros o empleado para otros fines distintos de aquellos para los que ha sido confiado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: nº 2024/0415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM. No Copiarlo. 8373. Copiarlo. JOSÉ RAMÓN ALVAREZ HERNÁNDEZ. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod Ver: 7295653

# INDEX

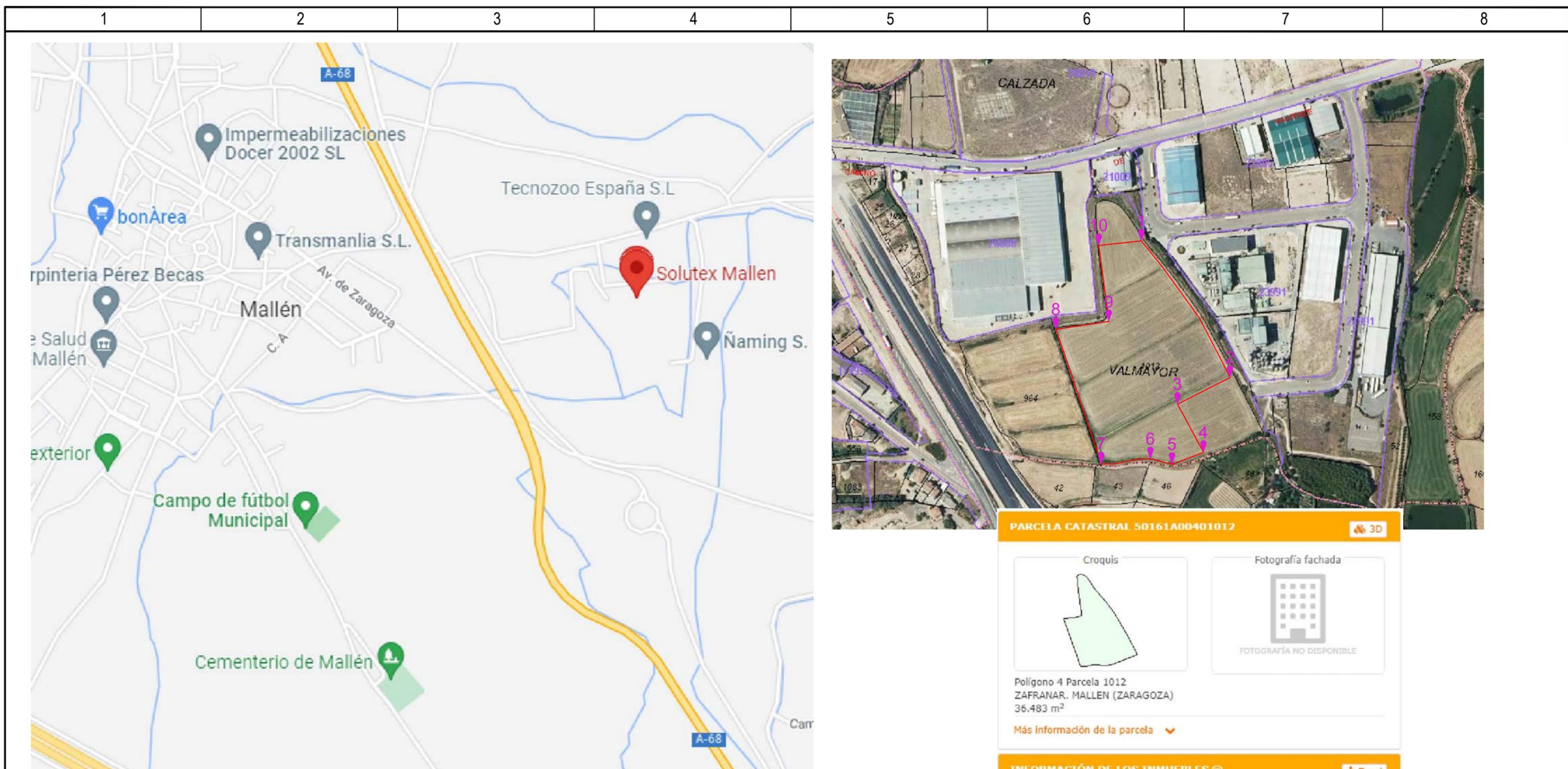
DRAWING	SHEET	DESCRIPTION	REVISION DATE														
			REV. 0		REV. 1		REV. 2		REV. 3		REV. 4		REV. 5		REV. 6		
			Date	0	Date	1	Date	2	Date	3	Date	4	Date	5	Date	6	
=	+	000	PORTADA	18/10/2024	X												
=P	+	001	ÍNDICE	18/10/2024	X												
=P	+	002	PLANO DE SITUACIÓN	18/10/2024	X												
=P	+	003	PLANO DE IMPLANTACIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA	18/10/2024	X												
=P	+	004	ESQUEMA UNIFILAR GENERAL SITUACIÓN ACTUAL	18/10/2024	X												
=P	+	005	ESQUEMA UNIFILAR GENERAL CON PLANTA FOTOVOLTAICA	18/10/2024	X												
=P	+	006	ESQUEMA UNIFILAR PLANTA FOTOVOLTAICA	18/10/2024	X												
=P	+	007	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO MEDIDA PROPUESTA	18/10/2024	X												
=P	+	008	DETALLE CT PFV DIMENSIONES Y DISTRIBUCIÓN INTERIOR	18/10/2024	X												
=P	+	009	--														
=P	+	010	--														
=P	+	011	--														
=P	+	012	--														
=P	+	013	--														
=P	+	014	--														
=P	+	015	--														
=P	+	016	--														
=P	+	017	--														
=P	+	018	--														
=P	+	019	--														
=P	+	020	--														
=P	+	021	--														
=P	+	022	--														
=P	+	023	--														
=P	+	024	--														
=P	+	025	--														
=P	+	026	--														
=P	+	027	--														
=P	+	028	--														
=P	+	029	--														
=P	+	030	--														
=P	+	031	--														
=P	+	032	--														
=P	+	033	--														
=P	+	034	--														
=P	+	035	--														
=P	+	036	--														
=P	+	037	--														
=P	+	038	--														
=P	+	039	--														

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: 11/04/2025, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, No Copiado: 8379, Copiado: JOSÉ RAMÓN ALVAREZ SHERIDAN, Para comprobar su validez: https://www.cofim.es/verificacion, Cod. Ver.: 72525553

4	--	--	--	--	--
3	--	--	--	--	--
2	--	--	--	--	--
1	--	--	--	--	--
0	INICIAL	18/10/2024	GADP	MCA	JRAE
REV	Descripción	Fecha	Prep. by	Rev. by	Apr. by



PROPIEDAD : SOLUTEX GC, S.L.  
 LOCALIZACIÓN : P.I. EL ZAFRANAR P22, MALLÉN, ZARAGOZA  
 PROYECTO : PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW



Referencia Catastral: 50161A004010120000D1  
 Localización: Polígono 4 Parcela 1012  
 ZAFRANAR, MALLÉN (ZARAGOZA)  
 Clase: Urbano

Poligonal Planta de Generación:

1:	4639782N 632973E
2:	4639635N 633074E
3:	4639600N 633010E
4:	4639540N 633046E
5:	4639540N 633046E
6:	4639535N 632983E
7:	4639528N 632934E
8:	4639690N 632875E
9:	4639698N 632926E
10:	4639777N 632916E

4	--	--	--	--	--
3	--	--	--	--	--
2	--	--	--	--	--
1	--	--	--	--	--
0	INICIAL	18/10/2024	GADP	MCA	JRAE
REV	Descripción	Fecha	Prep. by	Rev. by	Apr. by



PROPIEDAD : SOLUTEX GC, S.L.  
 LOCALIZACIÓN : P.I. EL ZAFRANAR P22, MALLÉN, ZARAGOZA  
 PROYECTO : PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

PLANO DE SITUACIÓN  
 PLANTA FOTOVOLTAICA  
 20250326\_SMPFV - PL - Planos Solutex\_V00

= P  
 + ST  
 Pag. 2 de 8

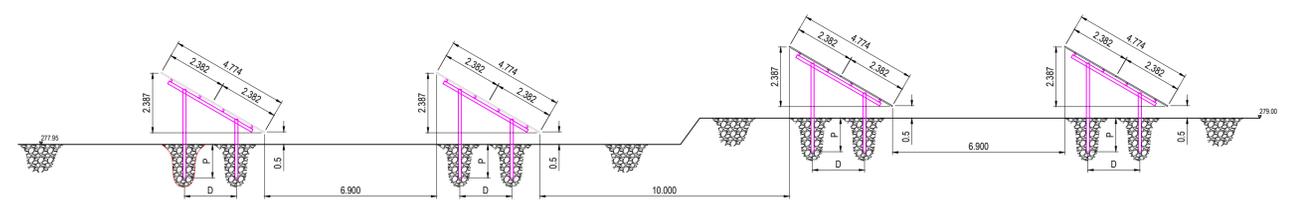
DETALLE CONFIGURACIÓN STRINGS EN CADA INVERSOR:

DETALLE SEPARACIÓN ENTRE FILAS DE PANELES

Número de inversores	9	kW (AC)	MPP min	MPP máx	V máx	I máx	ISC máx
GOODWE	GOODWE GW250K-HT	250,00	500	1500	1500	60,0	50,0

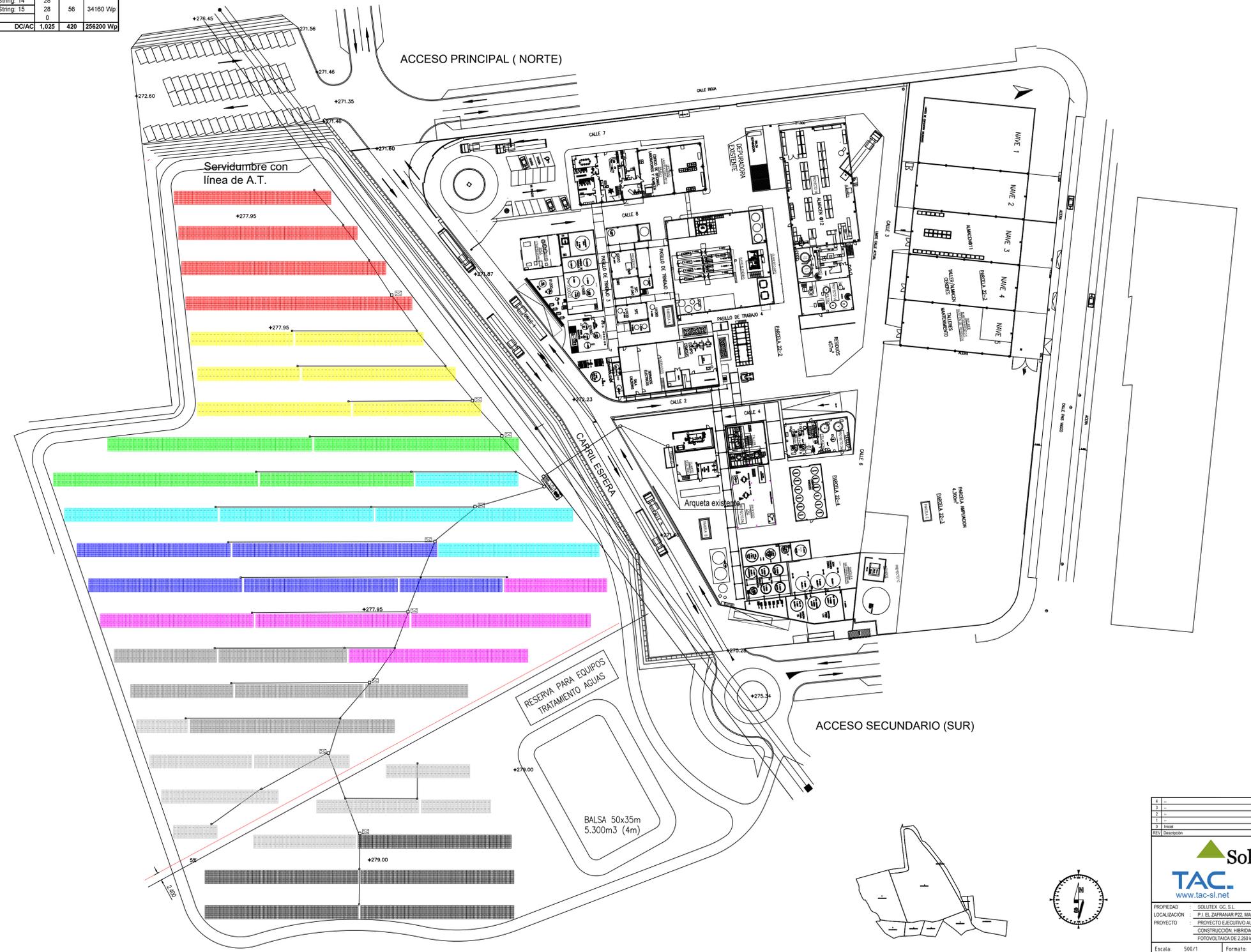
MPPT	GCL	Wp	Uoc	Main Panel		Uoc (T Min.)	Imp	Isc	Temp coef %Isc	Temp coef %Uoc	String	Panels	Power		
				UMPP (T Max)	UMPP (STC)										
1	N° modules /string	28									String 1	28			
	n° string	3	1346,80	1007,17	1234,14	1134,84	1464,65	45,15	15,85	0,25%	0,045%	84	51240 Wp		
2	N° modules /string	28									String 2	28			
	n° string	3	1346,80	1007,17	1234,14	1134,84	1464,65	45,15	15,85	0,25%	0,045%	84	51240 Wp		
3	N° modules /string	28									String 3	28			
	n° string	3	1346,80	1007,17	1234,14	1134,84	1464,65	45,15	15,85	0,25%	0,045%	84	51240 Wp		
4	N° modules /string	28									String 4	28			
	n° string	2	1346,80	1007,17	1234,14	1134,84	1464,65	30,10	31,70		0	56	34160 Wp		
5	N° modules /string	28									String 5	28			
	n° string	2	1346,80	1007,17	1234,14	1134,84	1464,65	30,10	31,70		0	56	34160 Wp		
6	N° modules /string	28									String 6	28			
	n° string	2	1346,80	1007,17	1234,14	1134,84	1464,65	30,10	31,70		0	56	34160 Wp		
												DC/AC	1,025	420	256200 Wp

Total de planta	
Paneles	3780
kWp	2305,80
kWh	2250
DC/AC	1,025



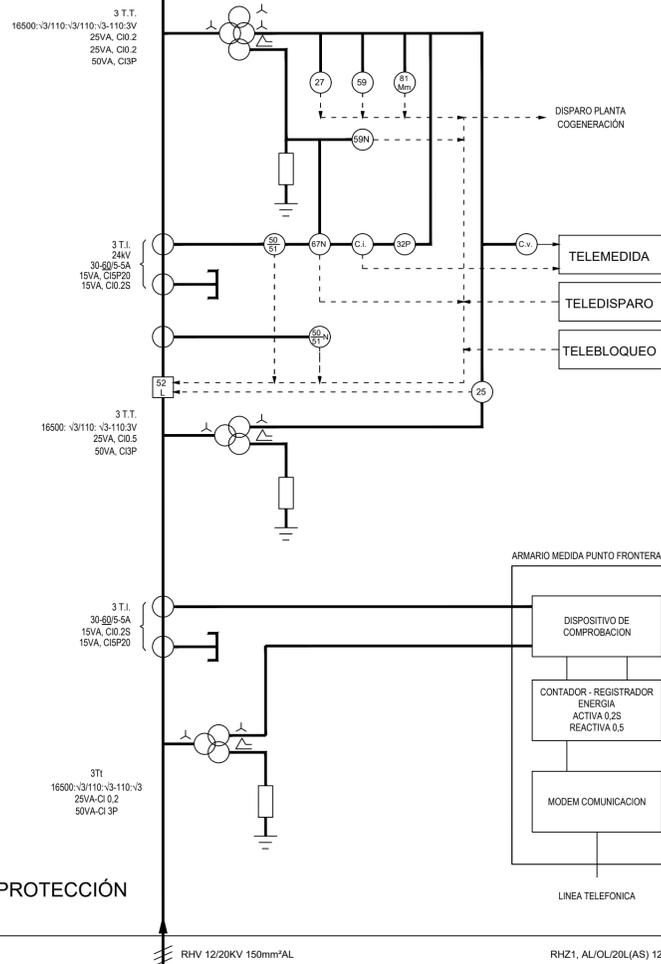
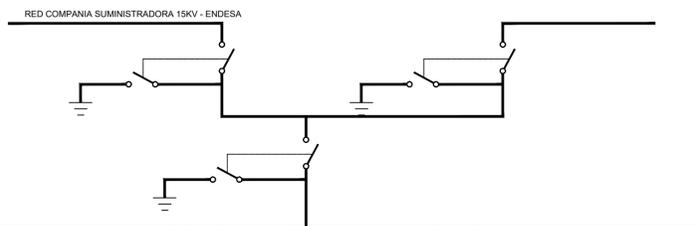
**LEYENDA**

- 420 Paneles a inversor 1
- 420 Paneles a inversor 2
- 420 Paneles a inversor 3
- 420 Paneles a inversor 4
- 420 Paneles a inversor 5
- 420 Paneles a inversor 6
- 420 Paneles a inversor 7
- 420 Paneles a inversor 8
- 420 Paneles a inversor 9
- Inversor fotovoltaico 1500Vcc/800Vac, 250kW
- Centro de transformación 2500 kVA



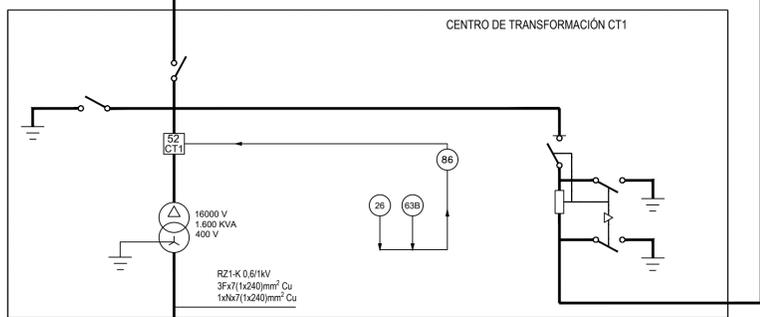
PROPIEDAD	SOLUTEX CC S.L.
LOCALIZACIÓN	P.I. EL ZAFRANAR P22. MALLEN. ZARAGOZA
PROYECTO	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.350 kW
Escala:	500/1
Formato:	A1
ISO 128	1
PLANO DE IMPLANTACIÓN	= IMP
PLANTA FOTOVOLTAICA	= --
20250326_SMPFV - PL - Planos Solutex_V00	Hoja 3 de 8

**CENTRO DE SECCIONAMIENTO - C.S.**

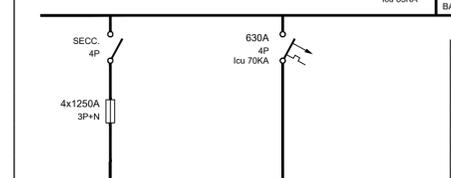


**PREFABRICADO MEDIDA Y PROTECCIÓN ENTRADA RED**

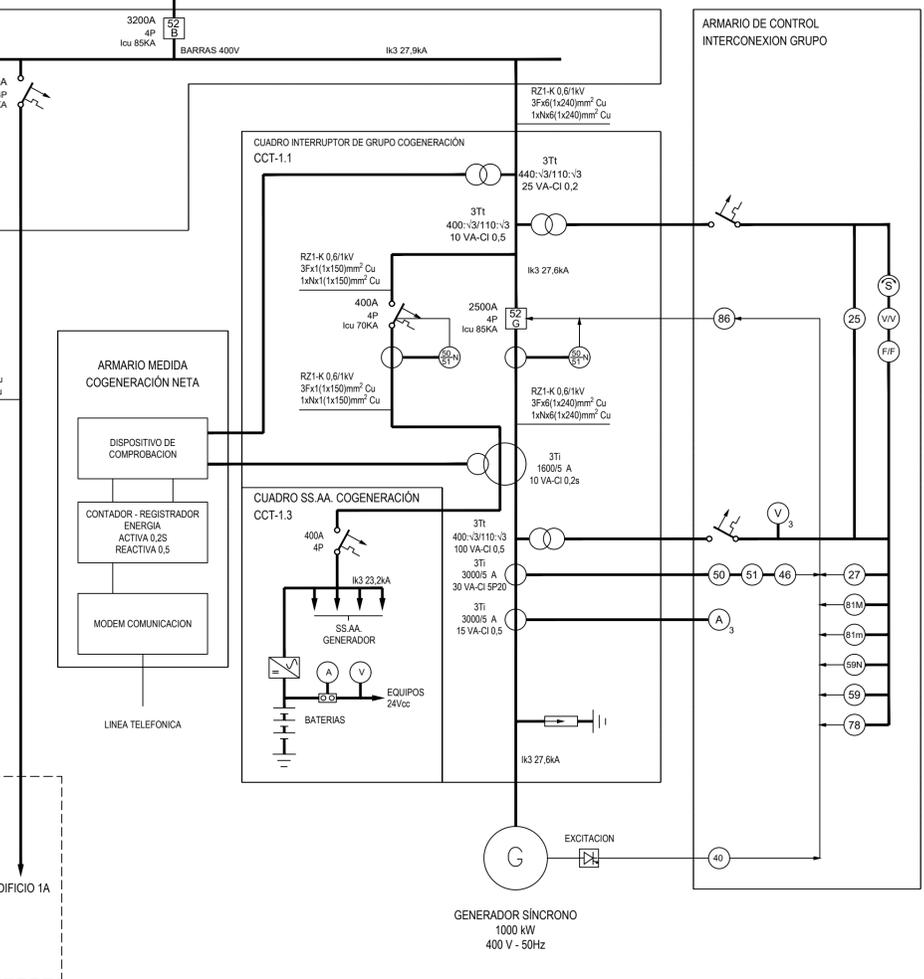
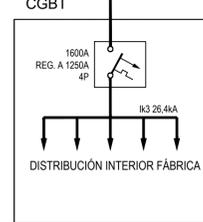
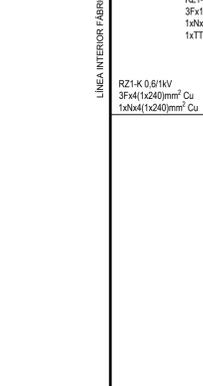
**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT1**



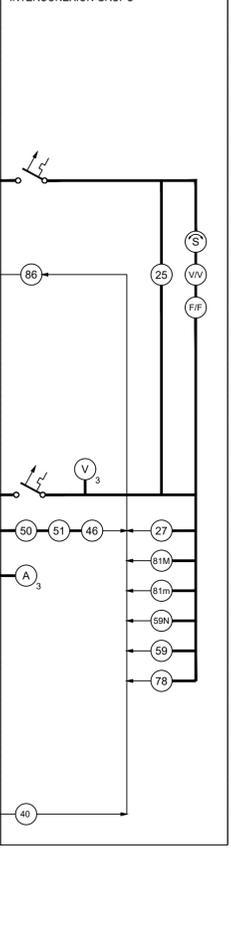
**CUADRO FUERZA/DISTRIBUCION 400V CUADRO TRAF0 - CCT-1.3**



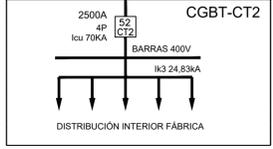
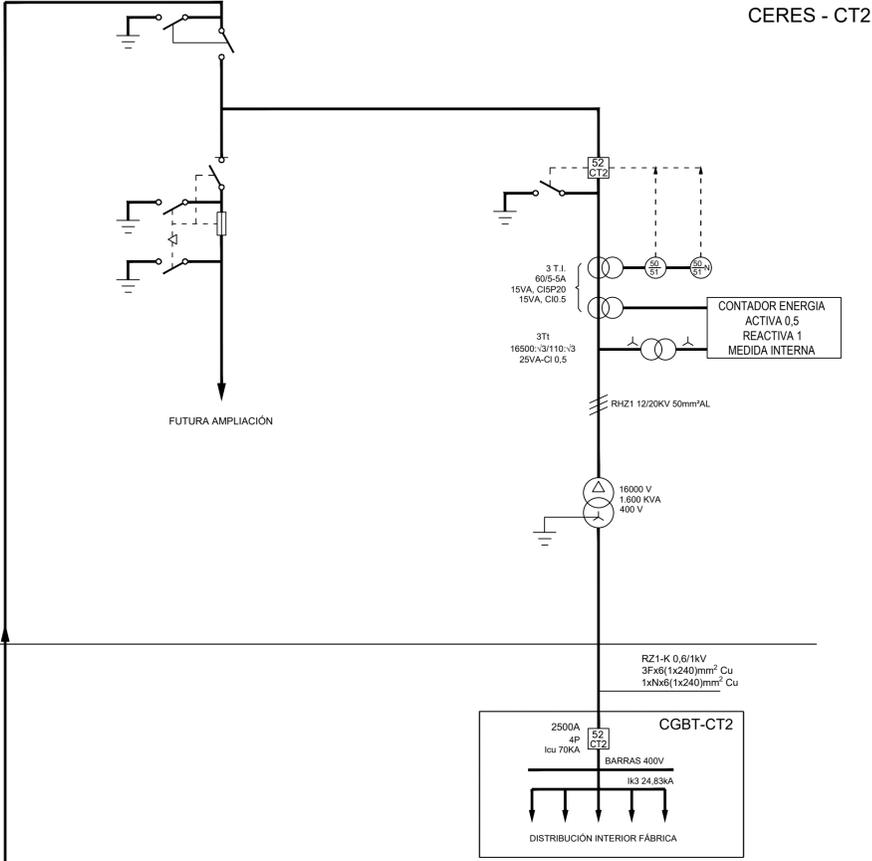
**LINEA INTERIOR FABRICA**



**ARMARIO DE CONTROL INTERCONEXION GRUPO**



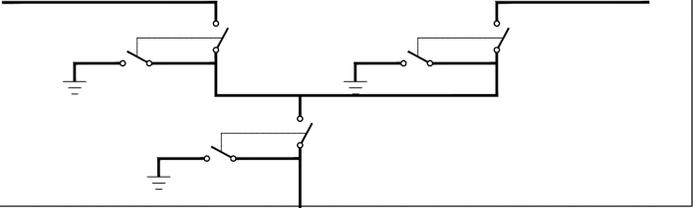
**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CERES - CT2**



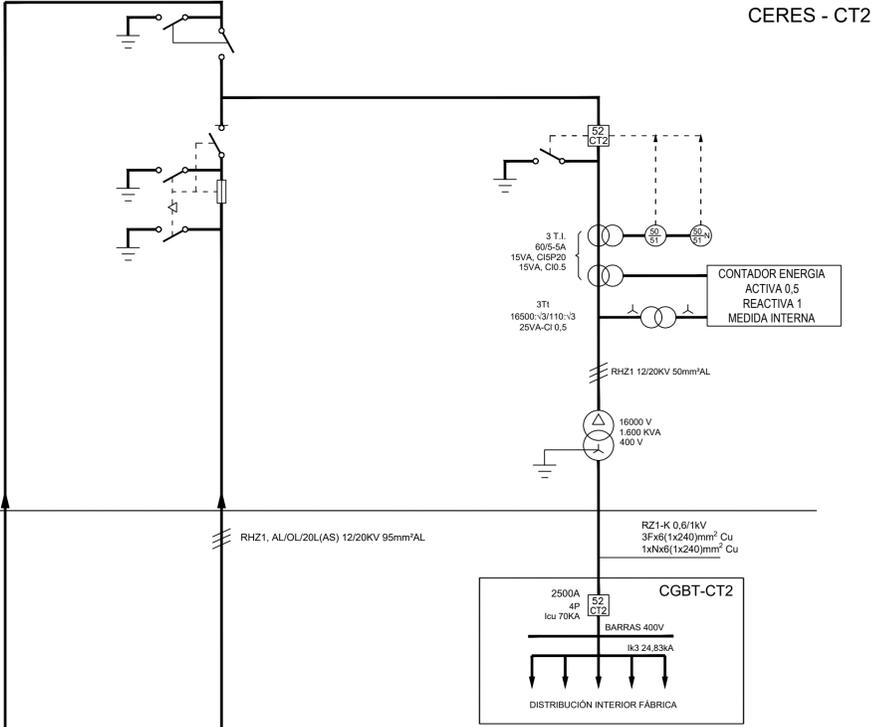
LEYENDA		
24	PROT. GENERADOR (TENSION-FRECUENCIA)	56 SOBRECARGACION
25	COMPROBACION SINCRONISMO	59 RELÉ DE MÁXIMA TENSION
26	TEMPERATURA TRANSFORMADOR	63B RELÉ DE SOBREPRESION EN TRANSFORMADOR
27	RELÉ DE MINIMA TENSION	59N RELÉ DE TENSION HOMOPOLAR
32P	RELÉ DE MAXIMA POTENCIA	64T RELÉ DE DEFECTOS CUBA-TIERRATRANSF.
46	RELÉ DE ASIMETRIA CORRIENTE	67N RELÉ DE TENSION DIFERENCIAL
49	TEMPERATURA DEVANADOS GENERADOR	78 RELÉ DE MICROCORTE
50	RELÉ DE SOBREENSIDAD INSTANTANEO	81 RELÉ DE MÁXIMA-MÍNIMA FRECUENCIA
51	RELÉ DE SOBREENSIDAD TEMPORIZADO	86 RELÉ DE DISPARO Y BLOQUEO
50N/51N	RELÉ DE INTENSIDAD HOMOPOLAR	87 RELÉ DE PROTECCION DIFERENCIAL
52	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	89 SECCIONADOR
53	MÍNIMA TENSION EXCITACION GENERADOR	

**Solutex**  
**TAC**  
 www.tac-si.net  
 PROPIEDAD: Solutex GC S.L.  
 LOCALIZACION: P.I. EL ZAFRANAR P22, MALLÉN, ZARAGOZA  
 PROYECTO: PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACION ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCION HIBRIDACION COGENERACION CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2350 KW  
 Escala: --- Formato: A1 ISO 128  
 ESQUEMA UNIFILAR GENERAL SITUACION ACTUAL = UNI  
 20250326\_SMPFV - PL - Planos Solutex\_V00 Hoja 4 de 8

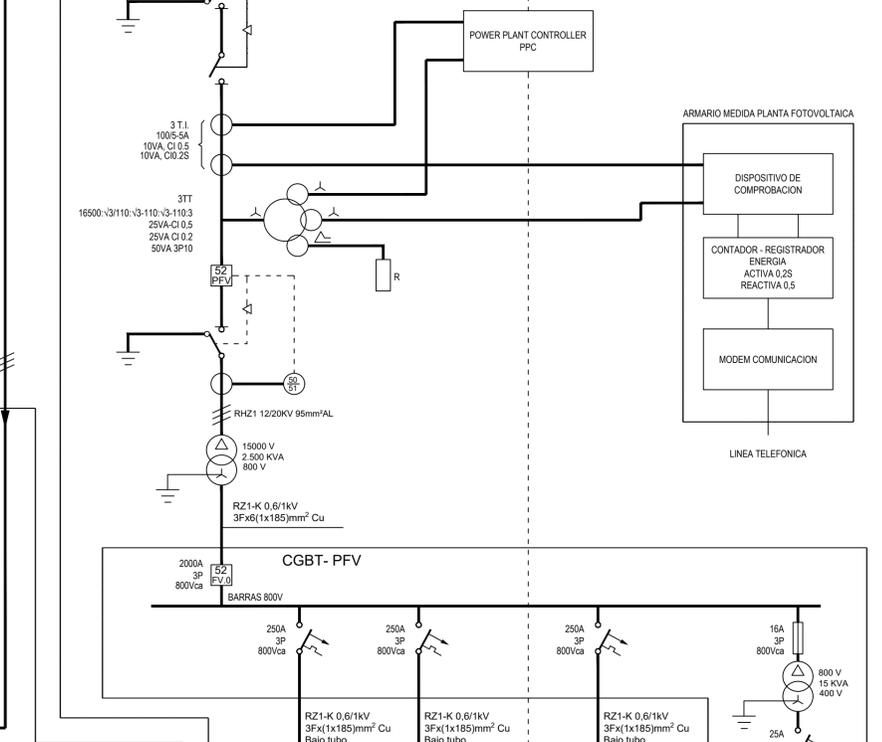
**CENTRO DE SECCIONAMIENTO - C.S.**



**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CERES - CT2**

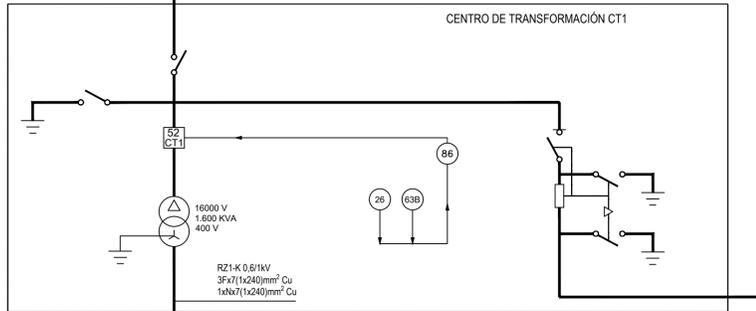


**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA**

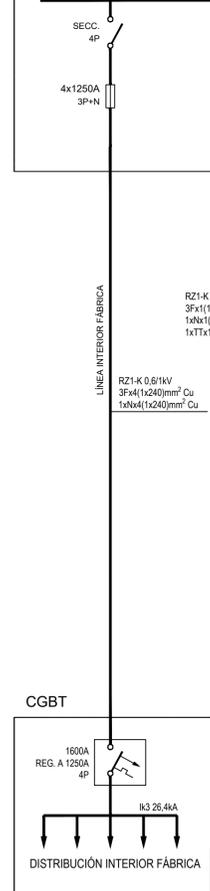


**PREFABRICADO MEDIDA Y PROTECCIÓN ENTRADA RED**

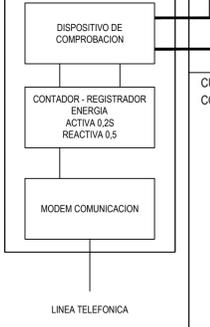
**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT1**



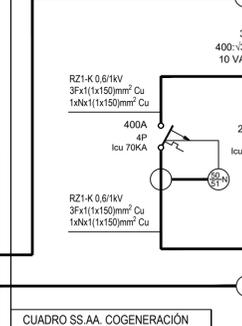
**CUADRO FUERZA/DISTRIBUCION 400V CUADRO TRAF0 - CCT-1.3**



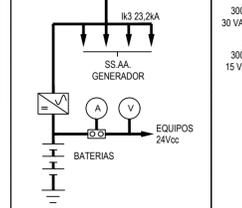
**ARMARIO MEDIDA COGENERACIÓN NETA**



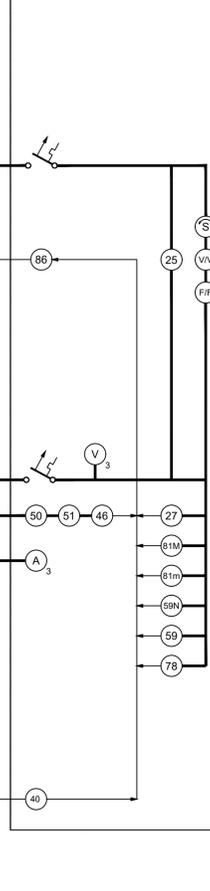
**CUADRO INTERRUPTOR DE GRUPO COGENERACIÓN CCT-1.1**



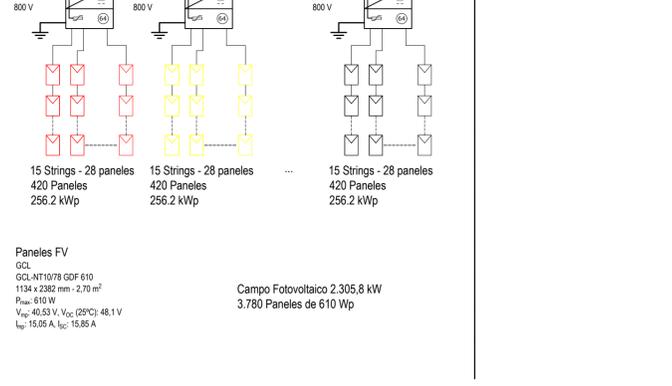
**CUADRO SS.AA. COGENERACIÓN CCT-1.3**



**ARMARIO DE CONTROL INTERCONEXION GRUPO**



**CUADRO FUERZA/DISTRIBUCION 800V CUADRO TRAF0 - CCT-1.1**

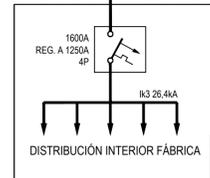


**LEYENDA**

24	PROT. GENERADOR (TENSION-FRECUENCIA)	56	SOBREEXCITACION
25	COMPROBACION SINCRONISMO	59	RELÉ DE MÁXIMA TENSION
26	TEMPERATURA TRANSFORMADOR	63B	RELÉ DE SOBREPRESION EN TRANSFORMADOR
27	RELÉ DE MÍNIMA TENSION	59N	RELÉ DE SOBRETENSION HOMOPOLAR
32P	RELÉ DE MÁXIMA POTENCIA	64T	RELÉ DE DEFECTOS CUBA-TERRATRANSF.
46	RELÉ DE ASIMETRIA CORRIENTE	67N	RELÉ DE SOBRETENSION DIFERENCIAL
49	TEMPERATURA DEAVANADOS GENERADOR	78	RELÉ DE MICROCORTES
50	RELÉ DE SOBRETENSION INSTANTANEO	81	RELÉ DE MÁXIMA-MÍNIMA FRECUENCIA
51	RELÉ DE SOBRETENSION TEMPORIZADO	86	RELÉ DE DISPARO Y BLOQUEO
50N/51N	RELÉ DE INTENSIDAD HOMOPOLAR	87	RELÉ DE PROTECCION DIFERENCIAL
52	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	89	SECCIONADOR
53	MÍNIMA TENSION EXCITACION GENERADOR		

**Paneles FV**  
 GCL  
 GCL-NT1078 GDF 610  
 1134 x 2882 mm - 2,78 m²  
 P<sub>max</sub> 610 W  
 V<sub>mp</sub> 40,53 V, V<sub>oc</sub> 29,2°C, 48,1 V  
 I<sub>mp</sub> 15,05 A, I<sub>sc</sub> 15,85 A

**Campo Fotovoltaico 2.305,8 kW**  
 3.780 Paneles de 610 Wp



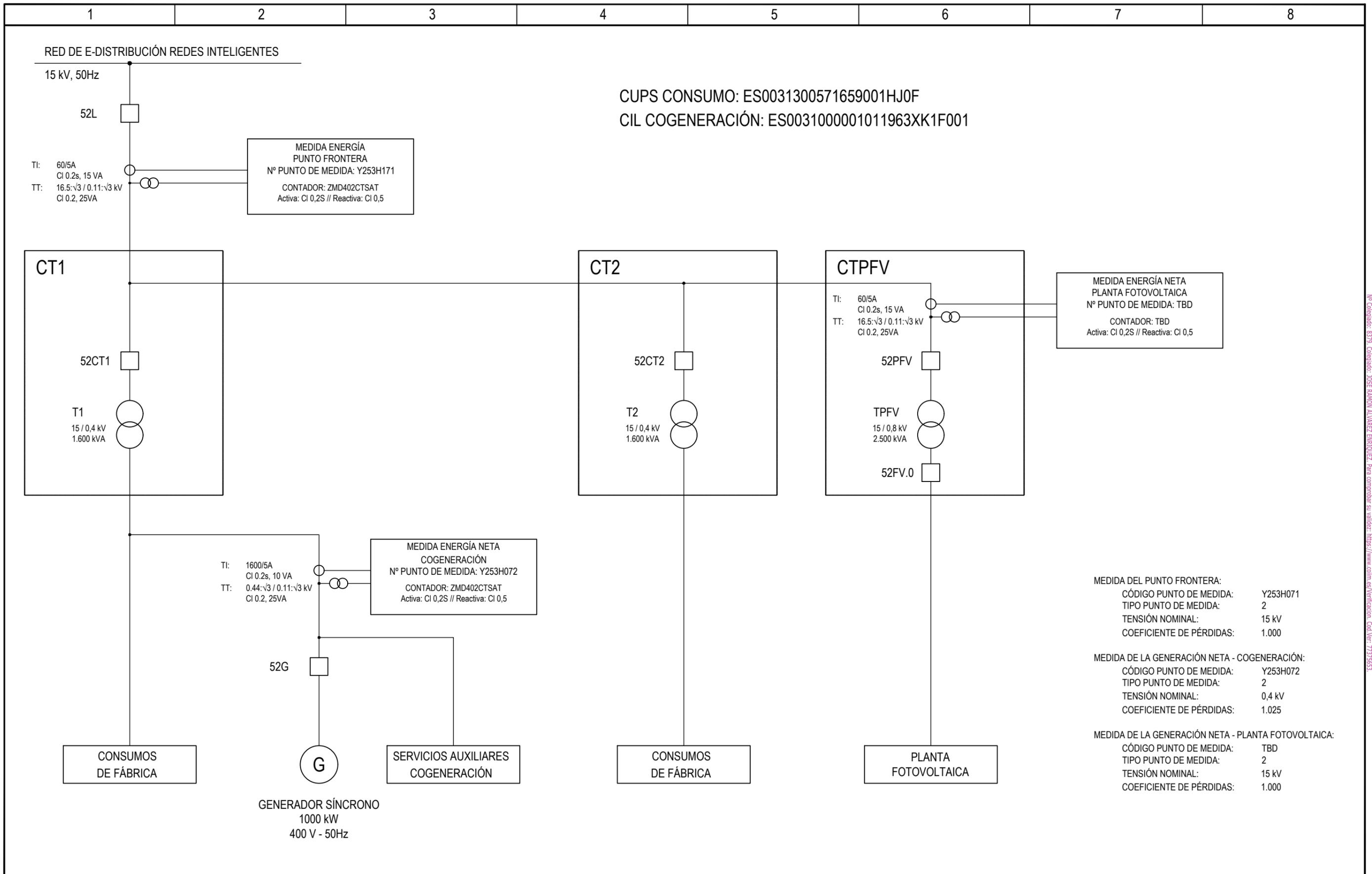
**Solutex**  
**TAC**  
 www.tac-si.net  
 sineconsult  
 INGENIERIA CONSULTORA

PROPIEDAD: Solutex G.C. S.L.  
 LOCALIZACION: P.I. EL ZAFRANAR P22. MALLEN. ZARAGOZA  
 PROYECTO: PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACION ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCION HIBRIDACION COGENERACION CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2305 KW

Escala: -- Formato: A1 ISO 128  
 ESQUERA UNIFLAR GENERAL CON PLANTA FOTOVOLTAICA  
 = UNI  
 --

20250326\_SMPFV - PL - Planos Solutex\_v00 Hoja 5 de 8





Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: 11/04/2025, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 No Copiado: 6373, Copiado: JOSÉ RAMÓN ALVAREZ ENRIQUETA, Para comprobar su validez: https://www.ccoim.es/Verificacion, Cód. Ver.: 7235653

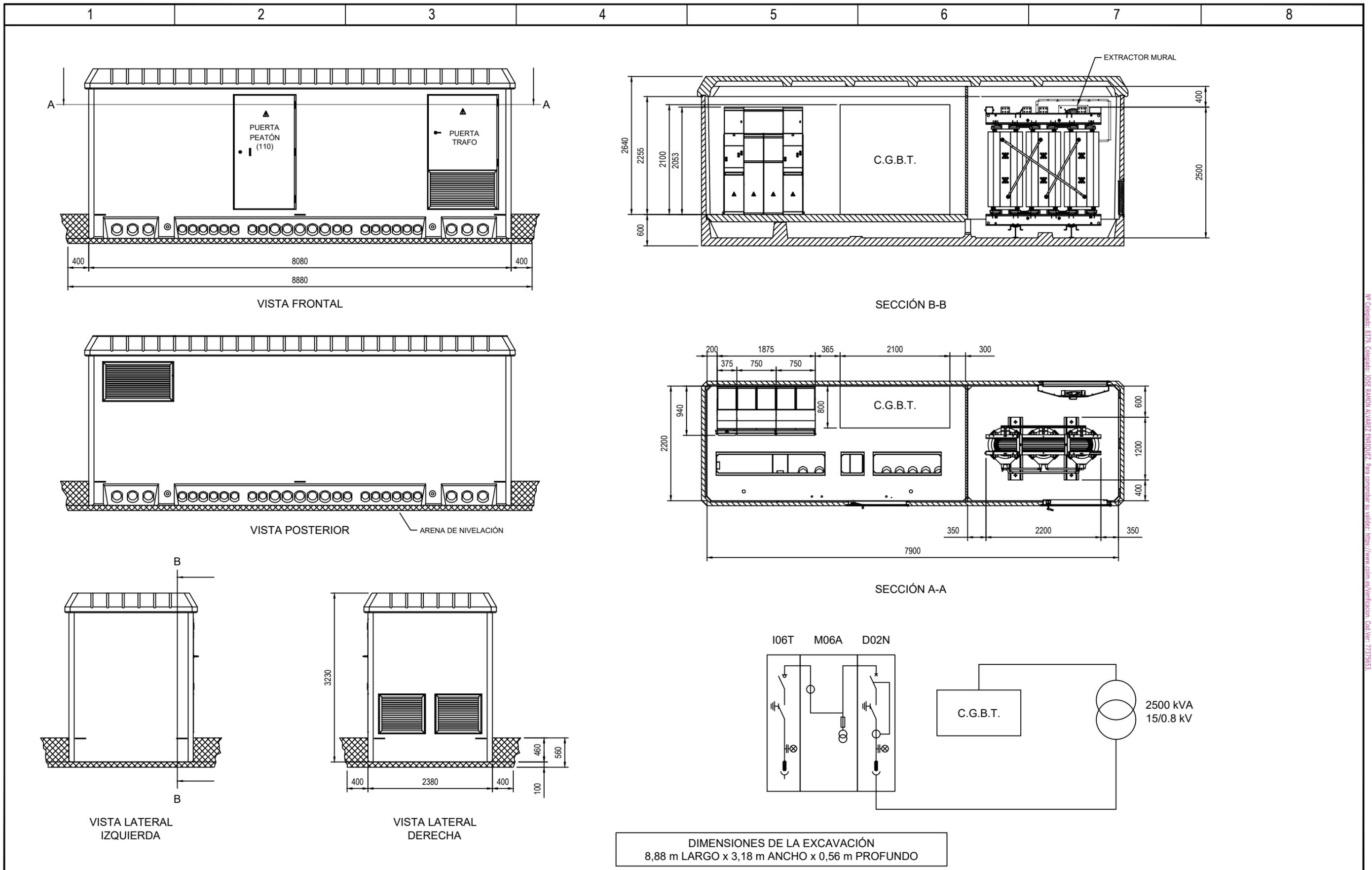
4	--	--	--	--	--
3	--	--	--	--	--
2	--	--	--	--	--
1	--	--	--	--	--
0	INICIAL	18/10/2024	GADP	MCA	JRAE
REV	Descripción	Fecha	Prep. by	Rev. by	Apr. by



PROPIEDAD : SOLUTEX GC, S.L.  
 LOCALIZACIÓN : P.I. EL ZAFRANAR P22, MALLÉN, ZARAGOZA  
 PROYECTO : PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW

**ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO**  
**MEDIDA PROPUESTA**

20250326\_SMPFV - PL - Planos Solutex\_V00



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: nº 2024/0415, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, nº Colegiado: 8373, Colegiador: JOSÉ RAMÓN ALVAREZ SHERIDAN, Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion\_Cof\_Ver/7235653

4	--	--	--	--	--
3	--	--	--	--	--
2	--	--	--	--	--
1	--	--	--	--	--
0	INICIAL	18/10/2024	GADP	MCA	JRAE
REV	Descripción	Fecha	Prep. by	Rev. by	Apr. by



PROPIEDAD : SOLUTEX GC, S.L.  
 LOCALIZACIÓN : P.I. EL ZAFRANAR P22, MALLÉN, ZARAGOZA  
 PROYECTO : PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW

DETALLE CT PFV  
 DIMENSIONES Y DISTRIBUCIÓN INTERIOR  
 20250326\_SMPFV - PL - Planos Solutex\_V00

## PLIEGO DE CONDICIONES

### PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW



CLIENTE:

SOLUTEX GC S.L.

PLANTA:

SOLUTEX MALLÉN

LOCALIZACIÓN:

50550 Mallén, Zaragoza,

28021, Madrid

Nº DE DOCUMENTO:

20250326\_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones

Revisión	Fecha	Detalles de la Revisión	Prep. por	Rev. por	Apro. por	Comentarios
0	10/04/2025	Inicial	J.B.A.	G.A.D.P.	J.R.A.E..	

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	<b>Prep.</b>	J.B.A
		<b>Rev.</b>	G.A.D.P.
		<b>Apro.</b>	J.R.A.E.
		<b>Rev.</b>	0
		<b>Fecha</b>	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

1.	Condiciones facultativas .....	6
1.1.	Técnico director de obra .....	6
1.2.	Constructor o instalador .....	6
1.3.	Verificación de los documentos del proyecto.....	7
1.4.	Plan de seguridad y salud en el trabajo .....	7
1.5.	Presencia del constructor o instalador en la obra .....	7
1.6.	Trabajos no estipulados expresamente .....	8
1.7.	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto .....	8
1.8.	Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa .....	8
1.9.	Orden de los trabajos .....	9
1.10.	Condiciones generales de ejecución de los trabajos .....	9
1.11.	Faltas de personal .....	9
1.12.	Replanteo.....	9
1.13.	De los materiales y los aparatos. Su procedencia .....	9
1.14.	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	10
1.15.	Limpieza de las obras .....	10
1.16.	Facilidades para otros contratistas .....	10
1.17.	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	10
1.18.	Prórroga por causa de fuerza mayor .....	10
1.19.	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	11
1.20.	Condiciones generales de ejecución de los trabajos .....	11
1.21.	Trabajos defectuosos.....	11
1.22.	Vicios ocultos .....	11
1.23.	De los materiales y los aparatos. Su procedencia .....	12
1.24.	Documentación final de la obra .....	12
1.25.	Conservación de las obras recibidas provisionalmente .....	12
1.26.	De la recepción definitiva.....	12
1.27.	Plazo de garantía .....	12
1.28.	Prórroga del plazo de garantía .....	13

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

1.29.	De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	13
2.	Condiciones económicas.....	14
2.1.	Composición de los precios unitarios.....	14
2.2.	Precio de contrata. Importe de contrata.....	15
2.3.	Precios contradictorios.....	15
2.4.	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	15
2.5.	De la revisión de los precios contratados.....	15
2.6.	Acopio de materiales.....	16
2.7.	Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	16
2.8.	Pagos.....	16
2.9.	Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras ....	16
2.10.	Demora de los pagos.....	16
2.11.	Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	17
2.12.	Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	17
2.13.	Seguro de las obras.....	17
2.14.	Conservación de la obra.....	18
2.15.	Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.....	18
3.	Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas.....	19
3.1.	Condiciones generales.....	19
3.2.	Conductores eléctricos.....	19
3.2.1.	Modos de instalación.....	21
3.2.2.	Caídas de tensión.....	22
3.2.3.	Intensidades máximas admisibles.....	22
3.2.4.	Factores de corrección.....	22
3.2.5.	Factores de corrección por tipo de receptor o instalación.....	23
3.2.6.	Efectos de corrientes armónicas.....	23
3.2.7.	Conductores de neutro.....	23
3.2.8.	Conductores de protección.....	24
3.2.9.	Radios de curvatura.....	24
3.2.10.	Identificación de los conductores.....	25

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.ccoim.es/Verificacion>. Cód. Ver: 77375653.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

3.2.11.	Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica .....	25
3.3.	Canalizaciones eléctricas.....	26
3.4.	Tubos protectores .....	26
3.5.	Colocación de tubos y canalizaciones .....	28
3.6.	Cajas de empalme y derivación .....	31
3.6.1.	Aparatos de mando y maniobra .....	32
3.7.	Aparata de alta tensión .....	32
3.8.	Transformador.....	33
3.9.	Cuadros eléctricos.....	33
3.10.	Aparatos de protección .....	34
3.10.1.	Normas aplicables .....	35
3.10.2.	Características principales de los dispositivos de protección .....	37
3.11.	Red equipotencial .....	39
3.12.	Instalación de puesta a tierra.....	40
3.13.	Alumbrado.....	41
3.14.	Pruebas reglamentarias.....	42
3.14.1.	Comprobación de la puesta a tierra .....	42
3.14.2.	Resistencia de aislamiento.....	43
3.15.	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad .....	43
3.16.	Certificados y documentación.....	43
3.17.	Libro de órdenes .....	44
4.	Líneas eléctricas subterráneas.....	45
4.1.	Objeto .....	45
4.2.	Campo de aplicación.....	45
4.3.	Ejecución del trabajo.....	45
4.4.	Trazado .....	45
4.5.	Apertura de zanjas .....	46
4.6.	Canalización.....	46
4.7.	Cable directamente enterrado.....	47
4.8.	Cable entubado .....	47

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>. Cód. Ver: 77375653.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	<b>Prep.</b>	J.B.A
		<b>Rev.</b>	G.A.D.P.
		<b>Apro.</b>	J.R.A.E.
		<b>Rev.</b>	0
		<b>Fecha</b>	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

4.9.	Cruzamientos y paralelismos .....	48
4.10.	Transporte de bobinas de cables .....	50
4.11.	Tendido de cables.....	50
4.11.1.	Protección mecánica .....	52
4.11.2.	Señalización .....	52
4.11.3.	Cierre de zanjas.....	53
4.11.4.	Reposición de pavimentos. ....	53
4.12.	Puesta a tierra.....	53
4.13.	Tensiones transferidas en alta tensión .....	54
4.14.	Montajes diversos .....	54
4.15.	Armario de distribución .....	54
4.16.	Materiales.....	54
4.17.	Recepción de obra.....	54
5.	Reglamentaciones de obligado cumplimiento .....	56

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 77375653.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 1. Condiciones facultativas

### 1.1. Técnico director de obra

Corresponde al Técnico Director de obra:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

### 1.2. Constructor o instalador

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### 1.3. Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

### 1.4. Plan de seguridad y salud en el trabajo

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

### 1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como su delegado en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia. El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### 1.6. Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos del Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

### 1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuna hacer el Constructor o Instalador habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

### 1.8. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### 1.9. Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

### 1.10. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

### 1.11. Faltas de personal

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

### 1.12. Replanteo.

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez éste haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

### 1.13. De los materiales y los aparatos. Su procedencia

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente. Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO  <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

#### 1.14. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán por cuenta de la contrata. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### 1.15. Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

#### 1.16. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### 1.17. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente ampliar el Proyecto no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales, cuanto la Dirección de obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

#### 1.18. Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### 1.19. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

### 1.20. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

### 1.21. Trabajos defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica” del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

### 1.22. Vicios ocultos

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### 1.23. De los materiales y los aparatos. Su procedencia

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego de Condiciones Técnicas o en la Memoria Técnica se preceptúe una procedencia determinada.

### 1.24. Documentación final de la obra

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente, según lo establecidos en los apartados siguientes.

### 1.25. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

### 1.26. De la recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

### 1.27. Plazo de garantía

El plazo de garantía será de veinticuatro meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO  <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará revelado de toda la responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

### 1.28. Prórroga del plazo de garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de fianza.

### 1.29. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

## 2. Condiciones económicas

### 2.1. Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (este porcentaje se establece en un 13%).

Beneficio Industrial:

El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 2.2. Precio de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratase a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en un 6%, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

## 2.3. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad. Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

## 2.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

## 2.5. De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

## 2.6. Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

## 2.7. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

## 2.8. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

## 2.9. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

## 2.10. Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 2.11. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### 2.12. Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### 2.13. Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

#### 2.14. Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

#### 2.15. Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### 3. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas

#### 3.1. Condiciones generales

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

#### 3.2. Conductores eléctricos

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en los documentos Memoria Técnica, Planos y Cálculos.

Los cables previstos para la instalación serán:

- Circuitos de fuerza de media tensión: HEPRZ1 12/20kV (o equivalente):
  - Conductor de aluminio, clase 2, flexible según UNE 60228.
  - Aislamiento etileno propileno de alto módulo (HEPR), cubierta poliolefina libre de halógenos.
  - Color: Rojo.
  - Tensión de servicio 12/20kV.
  - Temperatura de servicio -15°C a 70°C en instalación fija.
  - Temperatura máxima del conductor: 105°C.
  - Temperatura máxima en cortocircuito (5s): 250°C.
  - Requerimiento al fuego libre de halógenos según UNE-EN 60754.
  - Buena resistencia a los impactos de agua.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

- Excelente resistencia mecánica.
- Apto para interior y exterior.
- Formación: unipolar.
  
- Circuitos de fuerza de baja tensión corriente alterna RZ1-k 0,6/1kV (o equivalente):
  - Conductor de cobre electrolítico pulido, clase 5, flexible según UNE 60228.
  - Aislamiento polietileno reticulado (XLPE), cubierta PVC especial.
  - Color: Negro.
  - Tensión de servicio 0,6/1kV.
  - Temperatura de servicio -25°C a 70°C en instalación fija.
  - Temperatura máxima del conductor: 90°C.
  - Temperatura máxima en cortocircuito (5s): 250°C.
  - Tensión de ensayo: 3500 V.
  - Requerimiento al fuego EN 50575.
  - No propagador de la llama EN 60332-1-2, IEC 60332-1-2.
  - No propagador del incendio EN 60332-3-24, IEC 60332-3-24.
  - Bajo en halógenos IEC 60754-1 HCl<15%.
  - Resistente a hidrocarburos y aceites minerales según UIC-895OR.
  - Buena resistencia a agentes químicos.
  - Buena resistencia a los impactos de agua.
  - Excelente resistencia mecánica.
  - Apto para interior y exterior.
  - Formación: unipolar, bipolar, tripolar, tetrapolar, 3G, 4G y 5G.
  
- Circuitos de fuerza de baja tensión corriente continua H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kV (o equivalente):
  - Conductor de cobre electrolítico pulido, clase 5, flexible según EN 60228 e IEC 60228.
  - Aislamiento baja emisión de humos y sin halógenos (LSZH), cubierta LSZH.
  - Color: Rojo o Negro.
  - Tensión de servicio 1,5/1,5 kV.
  - Temperatura de servicio -40°C a 120°C en instalación fija.
  - Temperatura máxima en cortocircuito (5s): 250°C.
  - Requerimiento al fuego EN 50575.
  - No propagador de la llama EN 60332-1-2, IEC 60332-1-2.
  - No propagador del incendio EN 60332-3-24, IEC 60332-3-24.
  - Bajo en halógenos IEC 60754-1 e IEC 60754-1..
  - Buena resistencia a agentes químicos.
  - Buena resistencia a los impactos de agua.
  - Excelente resistencia mecánica.
  - Apto para interior y exterior.
  - Formación: unipolar.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

- Circuitos de control Z1Z1-k 0,6/1kV (o equivalente):
  - Conductor de cobre electrolítico pulido, clase 5, flexible según UNE 60228.
  - Aislamiento poliolefina libre de halógenos, cubierta poliolefina libre de halógenos.
  - Color: Negro.
  - Tensión de servicio 0,6/1kV.
  - Temperatura de servicio -25°C a 70°C en instalación fija.
  - Temperatura máxima del conductor: 70°C.
  - Temperatura máxima en cortocircuito (5s): 160°C.
  - Tensión de ensayo: 3500 V.
  - Requerimiento al fuego EN 50575.
  - No propagador de la llama EN 60332-1-2, IEC 60332-1-2.
  - No propagador del incendio EN 60332-3-24, IEC 60332-3-24
  - Bajo en halógenos IEC 60754-1 HCI<15%.
  - Resistente a hidrocarburos y aceites minerales según UIC-895OR.
  - Buena resistencia a agentes químicos.
  - Buena resistencia a los impactos de agua.
  - Excelente resistencia mecánica.
  - Apto para interior y exterior.
  
- Circuitos de alumbrado: H07Z1-K 450/750V (o equivalente):
  - Conductor de cobre electrolítico pulido, clase 5, flexible según UNE 60228.
  - Aislamiento de material termoplástico libre de halógenos tipo TI-7 según UNE-EN 50363-7 y EN 50363-7.
  - Color: Negro, gris, azul, azul oscuro, marrón, verde, rojo, blanco, amarillo, naranja, beige, violeta, rosa, amarillo/verde.
  - Tensión de servicio 450/750 V.
  - Temperatura de servicio -25°C a 70°C en instalación fija.
  - Temperatura máxima del conductor: 70°C.
  - Temperatura máxima en cortocircuito (5s): 160°C.
  - Tensión de ensayo: 2500 V.
  - Requerimiento al fuego EN 50575.
  - No propagador de la llama EN 60332-1-2, IEC 60332-1-2.
  - Apto para interior bajo tubo.

### 3.2.1. Modos de instalación

Según la clasificación establecida en la UNE-HD 60364-5-52 de diciembre de 2014 (tabla B.52.1) en la que se identifican instalaciones cuya capacidad de disipación del calor generado por las pérdidas es similar por lo que pueden agruparse en una determinada tabla común de cargas.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Denominación según UNE 20460. Conductores aislados: Conductores aislados sin cubierta, unipolares, con nivel de aislamiento hasta 750V. Se instalarán en conductos de superficie o empotrados o sistemas cerrados análogos. Cables: Conductores aislados con una cubierta adicional, unipolares o multipolares, con un nivel de aislamiento de 1000V.

Las condiciones generales de instalación serán las que se establecen en la ITCBT-19.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan se realizarán las conexiones con terminales de presión y fundas termorretráctiles. En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a terminales o bornas de conexión. No se admitirán conexiones donde el conductor sobresalga de la borna o terminal. Las derivaciones se realizarán siempre mediante bornas o kits. No se permitirán empalmes realizados por torsión de los conductores.

Los cables se fijarán a los soportes mediante bridas, abrazaderas o collares de forma que no se perjudiquen a las cubiertas de los mismos. La distancia entre dos puntos de fijación consecutivos no excederá de 0,40 metros para conductores sin armar, y 0,75 metros para conductores armados.

### 3.2.2. Caídas de tensión

La sección de los conductores se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización se corresponda con los valores máximos fijados en la ITC-BT-19.

Caídas de tensión máximas. Viviendas: 3% en cualquier circuito interior. Terciario o industrial en BT: 3% para alumbrado, 1,5% para generadores y 5% para otros usos. Terciario o industrial en MT (centro de transformación propio): 4,5% para alumbrado y 6,5% para otros usos.

### 3.2.3. Intensidades máximas admisibles

De acuerdo con los valores indicados en la norma UNE-HD 60364-5-52 de diciembre de 2014, tablas B.52.1 a B.52.13 para una temperatura ambiente del aire de 30°C y para los distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable. Se deberá tener en cuenta la división entre cables termoplásticos (PVC, Z1 o similares) y termoestables (XLPE, EPR, Z o similares).

### 3.2.4. Factores de corrección

Cuando las condiciones de la instalación sean distintas a las fijadas en la tabla tablas B.52.1 a B.52.13 (temperatura ambiente distinta a 30°C, circuitos agrupados en una misma canalización, influencia de armónicos, etc.), se tomarán los factores de corrección correspondientes a las condiciones de instalación previstas, dichos factores de corrección figuran en las tablas B.52.14 a B.52.21.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 3.2.5. Factores de corrección por tipo de receptor o instalación

- Locales con riesgo de incendio o explosión: Intensidad admisible reducida un 15% (ITC-BT-29).
- Instalaciones generadoras en BT: Cables dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima prevista (ITC-BT-40).
- Lámparas de descarga: Carga mínima en VA igual a 1,8 veces la potencia en W (ITC-BT-44).
- Motores: Cables dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima prevista (ITC-BT-47).
- Aparatos elevación: Cables dimensionados para una carga no inferior a 1,3 de la máxima prevista (ITC-BT-47).

### 3.2.6. Efectos de corrientes armónicas

Será de aplicación el Anexo E de la norma UNE-HD 60364-5-52 sobre el efecto de las corrientes armónicas en los sistemas trifásicos equilibrados.

En la tabla E52.1 figuran los factores de reducción calculados en base al tercer armónico.

Si la corriente de neutro es más de un 135% de la corriente de línea el tamaño del cable debe seleccionarse en base a la corriente de neutro.

### 3.2.7. Conductores de neutro

La sección mínima del conductor de neutro para distribuciones monofásicas, trifásicas y de corriente continua, será la que a continuación se especifica:

Según la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y de 16 mm<sup>2</sup> para aluminio.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 3.2.8. Conductores de protección

Los conductores de protección tendrán las mismas características que los conductores activos, mientras que los conductores de la red de tierra serán de cobre electrolítico desnudo. Su sección vendrá determinada por los valores de la Tabla 2 de la ICT-BT-19.

En su instalación o montaje, se tendrá en cuenta:

Cuando coexistan distintos sistemas de protección próximos, se empleará para cada uno de ellos un conductor de protección distinto.

Se prohíbe la utilización de un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.

Si los conductores activos están dentro de una envolvente común, se podrá incluir en la misma el conductor de protección, siempre y cuando dispongan del mismo sistema de aislamiento. En la situación de montaje exterior, el conductor de protección adoptará el mismo recorrido que la envolvente.

Si se trata de una canalización móvil, todos los conductores, incluyendo el de protección, obligatoriamente irán por la misma canalización.

Estos conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos y químico, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción, adoptándose las precauciones necesarias para evitar deterioros causados por efectos electroquímicos cuando se trate de conexiones realizadas con distintos materiales (cobre-aluminio).

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atravesase partes combustibles del edificio.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Si la canalización incluye conductores con aislamiento mineral, su cubierta podrá utilizarse como conductor de protección de los correspondientes circuitos siempre y cuando se garantice su continuidad eléctrica y como mínimo igual a la que resulte de aplicar la Norma UE 20.460-5-54, apartado 543.

### 3.2.9. Radios de curvatura

Mínimos aplicables a todos los cables UNE 21123 en posición definitiva de servicio:

Cables sin armadura

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

Diámetro exterior del cable	Radio mínimo de curvatura
Menos de 25mm	4 D
De 25 a 50mm	5 D
Más de 50mm	6 D
Cables armados	10 D

En todo caso se respetarán las indicaciones del fabricante.

### 3.2.10. Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección, esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo - verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

### 3.2.11. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Según la ITC-BT19 las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento de al menos 0,5 MΩ para el caso de una instalación en baja tensión de tensión nominal 400V entre fases y de al menos 1 MΩ para una tensión nominal de 800V.

Este aislamiento se entiende para una instalación en la cual la longitud del conjunto de canalizaciones y cualquiera que sea el número de conductores que la componen no exceda de 100 metros. Cuando esta longitud exceda del valor dado anteriormente y pueda fraccionarse en partes de aproximadamente 100 metros de longitud, bien por seccionamiento, desconexión, retirada de fusibles o apertura de interruptores, cada una de las partes en que la instalación ha sido fraccionada debe presentar la resistencia de aislamiento que corresponda.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

Cuando no sea posible efectuar el fraccionamiento citado, se admite que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total, en hectómetros, de las canalizaciones.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.500 voltios.

### 3.3. Canalizaciones eléctricas

Estará constituida por un perfil de paredes perforadas o no perforadas cuya finalidad es la de alojar a los conductores eléctricos y estará cerrada con tapa desmontable, siendo conformes a lo dispuesto en las normas de la serie UNE-EN 50.085 clasificándose según la misma.

Para garantizar la continuidad de sus características de protección, su montaje se realizará siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Sus características mínimas, para instalaciones superficiales, serán las establecidas en la tabla 3.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

Con relación a su instalación, colocación y puesta en obra de las canales protectoras, deberán cumplir lo indicado seguidamente o en su defecto se atenderán a lo estipulado por la norma UNE 20.460.5-52 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Su trazado se hará siguiendo preferentemente los paramentos verticales y horizontales paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se ejecuta la instalación eléctrica.

Las canales con conductividad eléctrica serán conectadas a la red de tierra para garantizar su continuidad eléctrica.

Las canales no podrán ser utilizados como conductores de protección o de neutro, salvo en lo dispuesto en la ITC-BT-19 para las de tipo prefabricadas.

### 3.4. Tubos protectores

Los tubos y accesorios protectores podrán ser de tipo metálico, no metálico o compuestos y en todo caso estarán fabricados de un material resistente a la corrosión y a los ácidos, y al mismo tiempo no propagador de la llama, acorde a lo estipulado en la ITC-BT-21 del REBT para instalaciones interiores o receptoras.

Los mismos podrán ser rígidos, curvables, flexibles o enterrados, según normas UNE-EN 50.086-2-1, UNEEN 50.086-2-2, UNE-EN 50.086-2-3 y UNE-EN 50.086-2-4 respectivamente.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

Para tubos no enterrados se estará a lo dispuesto en la Norma UNE-EN 60.423 con respecto a sus dimensiones y roscas. Con respecto a los tubos enterrados, los mismos vendrán fijados por la Norma UNEEN 50.086-2-4. Para el resto de tubos, sus dimensiones serán las establecidas por la serie de Normas UNEEN 50.086.

El diámetro interior mínimo de los tubos vendrá determinado y declarado por el fabricante.

En función del tipo de instalación, los diámetros exteriores mínimos y todas las características mínimas (resistencia a compresión, resistencia al impacto, temperaturas mínima y máxima de instalación y servicio, resistencia a la penetración del agua, resistencia al curvado, resistencia a la corrosión, resistencia a la tracción, resistencia a la propagación de la llama, a cargas suspendidas, etc.) de los tubos en canalizaciones fijas en superficie, tubos en canalizaciones empotradas, canalizaciones aéreas o con tubos al aire y en tubos en canalizaciones enterradas, vendrán definidas por las tablas de la ITC-BT-21 del REBT.

Con relación a los sistemas de montaje, su instalación y puesta en obra de los tubos de protección, deberán cumplir lo indicado seguidamente o en su defecto se atenderán a lo estipulado por la norma UNE 20.460.5-523 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

En los tubos metálicos sin aislamiento interior deberá tenerse en cuenta los posibles efectos de condensación de agua en su interior para lo cual deberá elegirse convenientemente su trazado.

Queda terminantemente prohibida la utilización de los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Aquellos tubos metálicos que sean accesibles estarán puestos a tierra y se garantizará en todo momento su continuidad eléctrica. Cuando el montaje se realice con tubos metálicos flexibles, la distancia máxima entre dos puestas a tierra no superará, en ninguna circunstancia, más de 10 m.

Las canalizaciones estarán protegidas del calor mediante pantallas de protección calorífuga o alejando convenientemente la instalación eléctrica de las posibles fuentes de calor o mediante selección de aquella que soporte los efectos nocivos que se puedan presentar.

En cuanto a las condiciones de montaje fijo de tubos en superficie, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

Asimismo, y con respecto a las condiciones de montaje fijo de tubos empotrados, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.3 de la ITC-BT-21 del REBT.

De igual forma las condiciones de montaje al aire quedan establecidas y éstas deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.4 de la ITC-BT-21 del REBT.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### Clases de tubos a emplear

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 °C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- 70 °C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

### Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC BT 21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

Los tubos a emplear en los circuitos de medida de contadores destinados a facturación deberán ser metálicos enchufables de como mínimo 32 mm de diámetro.

### **3.5. Colocación de tubos y canalizaciones**

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes, tal y como indica la ITC BT 21.

#### Prescripciones generales

En caso de proximidad de canalizaciones con otras no eléctricas se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por unas distancias mínima de 150mm o por medio de pantallas caloríficas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas de la clase A, señalados en la instrucción MI-BT-021, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
- Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que puedan presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:
  - La elevación de la temperatura, debido a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
  - La condensación.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

- La inundación por avería en una conducción de líquidos, en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación de éstas.
- La corrosión por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.
- La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de forma accesible, de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plan de instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 -2-2

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

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

#### Tubos en montaje superficial

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta además las siguientes prescripciones:

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superior al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos de éste separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

#### Tubos empotrados

Cuando los tubos se coloquen empotrados se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de estos aplicarse posteriormente.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tes" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

#### Tubos en montaje al aire

Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.

Se prestará especial atención para que se conserven en todo el sistema, especialmente en las conexiones, las características mínimas para canalizaciones de tubos al aire, establecidas en la tabla 6 de la instrucción ITC BT 21.

### **3.6. Cajas de empalme y derivación**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

### 3.6.1. Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

### 3.7. Aparata de alta tensión

Tanto la aparata como el transformador se encuentran agrupados bajo una envolvente metálica estanca rellena de aceite que dispone de una válvula de sobrepresión tarada a 0,25 bar con el objeto de evitar sobrepresiones peligrosas. Dicha válvula dispone de una pantalla protectora de policarbonato para evitar proyecciones peligrosas hacia el operario.

Los interruptores seccionadores de línea y puesta a tierra, así como los interruptores seccionadores en carga del transformador emplean como medio para la extinción del arco un sistema basado en la presencia de aceite mineral entre los contactos. La maniobra de los interruptores se realiza por resorte acumulador de energía de manera que su funcionamiento es independiente de la actuación del operador.

La seguridad de la explotación se completa mediante dispositivos de enclavamiento por candado presentes en cada uno de los ejes de accionamiento.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Los elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos serán los que se detallan en el apartado de memoria del proyecto.

Las características de las celdas de media tensión serán las que se detallan en la memoria del proyecto.

### 3.8. Transformador

El transformador instalado en este centro de transformación será trifásico con refrigeración natural en resina, con el neutro accesible en el secundario y con las características (regulación, grupo de conexión, pérdidas...) que se detallan en la memoria del proyecto.

### 3.9. Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y los cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente. Las puertas estarán provistas con una junta de estanqueidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

La profundidad, altura y anchura de los cuadros será la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

### 3.10. Aparatos de protección

#### Protección contra sobreintensidades

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

#### Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

#### Protección contra cortocircuitos

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que ésta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

### Situación y composición

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

### **3.10.1. Normas aplicables**

#### Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C o D) por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.
- Los bornes destinados exclusivamente al neutro deben estar marcados con la letra "N".

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### Interruptores automáticos de baja tensión

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 2018.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada (In).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y I si se emplean símbolos.

También llevarán marcado, aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

### Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60269-1:2008 y a la UNE-EN 60269-6:2008 para las instalaciones fotovoltaicas.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los fusibles de media tensión se ajustarán a la norma UNE-EN IEC 60282-1:2021.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

### Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2: 2018.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

Los fusibles cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno.

### 3.10.2. Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad - tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.
- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación y, de lo contrario, deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

#### Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

#### Protección contra contactos directos e indirectos

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 60364-4-41:2018.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

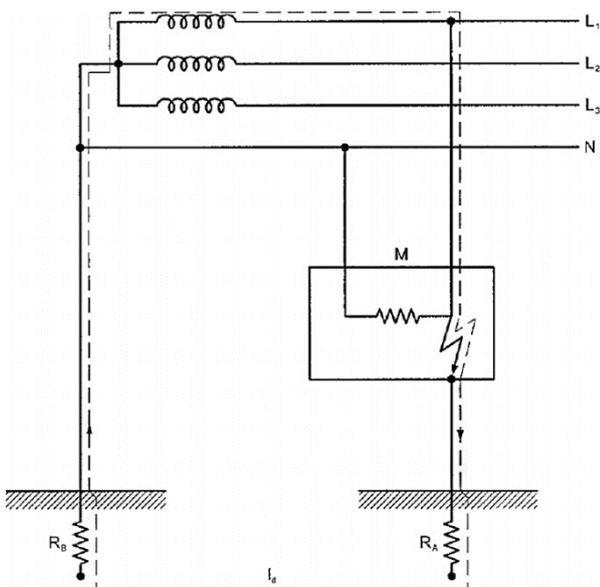
$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

Donde:

- R: Resistencia de puesta a tierra (Ohm).
- Vc: Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).
- Is: Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

La máxima impedancia de bucle (suma de las resistencias de puesta a tierra de masas y neutro de transformados y suma de la resistencia de los conductores hasta el punto de utilización) que garantiza el disparo de los dispositivos de protección por corriente diferencial-residual será:



U	I <sub>a</sub>	R <sub>A</sub>
24V	1000 mA	24 Ω
24V	500 mA	48 Ω
24V	300 mA	80 Ω
24V	100 mA	240 Ω
24V	30 mA	800 Ω
50V	1000 mA	50 Ω
50V	500 mA	100 Ω
50V	300 mA	167 Ω
50V	100 mA	500 Ω
50V	30 mA	1667 Ω

### 3.11. Red equipotencial

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no férricos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

### 3.12. Instalación de puesta a tierra

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18 y la ITC-RAT-13.

#### Naturaleza y secciones mínimas

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm<sup>2</sup> si disponen de protección mecánica y de 4 mm<sup>2</sup> si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18 y la ITC-RAT-13.

#### Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

#### Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualesquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

#### Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer de un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

### **3.13. Alumbrado**

#### Alumbrados especiales

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, al menos, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

- Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

### Alumbrado general

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0.90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

### **3.14. Pruebas reglamentarias**

#### **3.14.1. Comprobación de la puesta a tierra**

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 3.14.2. Resistencia de aislamiento

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a 1000xU, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

### 3.15. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Las instalaciones del garaje serán revisadas anualmente por instaladores autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación. El instalador extenderá un boletín de reconocimiento de la indicada revisión, que será entregado al propietario de la instalación, así como a la delegación correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

### 3.16. Certificados y documentación

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	<b>Prep.</b>	J.B.A
		<b>Rev.</b>	G.A.D.P.
		<b>Apro.</b>	J.R.A.E.
		<b>Rev.</b>	0
		<b>Fecha</b>	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

### 3.17. Libro de órdenes

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

#### 4. Líneas eléctricas subterráneas

##### 4.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de distribución de energía eléctrica.

##### 4.2. Campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de redes subterráneas de Baja Tensión y de Media Tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

##### 4.3. Ejecución del trabajo

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte y del bien hacer.

##### 4.4. Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras o caldas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

#### 4.5. Apertura de zanjas

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm. entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 80 cm. y anchura de 50 cm. para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 100 cm. y anchura de 60 cm. para canalizaciones de baja tensión bajo calzada o de alta tensión bajo acera o calzada indistintamente.

#### 4.6. Canalización

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos, ajustándose a las siguientes condiciones:

- a) Se colocarán en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- b) Deberán preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo del número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- c) Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- d) En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- e) Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 80 cm. en el caso de B.T. o 100m. en el caso de A.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro de B.T.
- f) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

#### Zanja

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

La separación entre dos bandas de cables de cables será como mínimo de 20 cm.

La separación entre dos cables multipolares o temas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

#### 4.7. Cable directamente enterrado

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm. de espesor sobre la que se colocará el cable.

Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm. de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para la cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 o 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (Placas de PVC, ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

#### 4.8. Cable entubado

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de PVC, cemento, fibrocemento, fundición de hierro, etc. de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,6 veces el diámetro del cable o del haz de cables. Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil alimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m, según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería. Una vez tendido el

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

cable, estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún estos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 2 m.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable, de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

#### 4.9. Cruzamientos y paralelismos

El cruce de líneas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasara las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,20 m.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además, entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm. de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,5 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igualo superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

- 0,4 m. para gasoductos.
- 0,30 m. para otras conducciones.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas, la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- a) 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm; dicho mínimo se reduce a 1 m. en el caso en que el tramo de conducción interesado esté contenido en una protección de no más de 100 m.
- b) 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables, en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga o la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía en una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir, excepto en lo indicado posteriormente, una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,5m en cables interurbanos o a 0,30m en cables urbanos.

Se puede admitir incluso una distancia mínima de 0,15 m a condición de que el cable de energía sea fácil y rápidamente separado, y eficazmente protegido mediante tubos de hierro de adecuada resistencia mecánica y 2mm de espesor como mínimo, protegido contra la corrosión. En el caso de paralelismo con cables de comunicación interurbana, dicha protección se refiere también a estos últimos.

Estas protecciones pueden no utilizarse, respetando la distancia mínima de 0,15 m, cuando el cable de energía se encuentra en una cota inferior a 0,50 m respecto a la del cable de telecomunicación.

Las reducciones mencionadas no se aplican en el caso de paralelismo con cables coaxiales, para los cuales es taxativa la distancia mínima de 0,50 m, medida sobre la proyección horizontal.

En cuanto a los fenómenos inductivos debidos a eventuales defectos en los cables de energía, la distancia mínima entre los cables o la longitud máxima de los cables situados paralelamente está limitada por la

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

condición de que la f.e.m. inducida sobre el cable de telecomunicación no supere el 60% de la mínima tensión de prueba a tierra de la parte de la instalación metálicamente conectada al cable de telecomunicación.

En el caso de galerías practicables, la colocación de los cables de energía y de telecomunicación se hace sobre apoyos diferentes, con objeto de evitar cualquier posibilidad de contacto directo entre los cables.

#### 4.10. Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre sobre una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

#### 4.11. Tendido de cables

Los cables deben estar siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes, ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas y otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desarrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10cm de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta por una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solparán al menos en una longitud de 0,50m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Sin con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomará todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono, para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho o los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

- a) Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- b) Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de M.T. o las tres fases y el neutro de B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos de M.T., bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable los tubos se tapan con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

#### 4.11.1. Protección mecánica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto de cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una placa de PVC o una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un sólo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm por cada cable que se añade en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicas y duros.

#### 4.11.2. Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalizado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

#### Identificación

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

#### 4.11.3. Cierre de zanjas

Una vez colocadas en el cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

#### 4.11.4. Reposición de pavimentos.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

#### 4.12. Puesta a tierra

Todas las pantallas en M.T. de los cables deber estar puestas a tierra al menos en los extremos de cada cable.

Si los cables son unipolares o las pantallas en M.T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo, con tal de que en el otro extremo y en conexión con el empalme se adopten protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- a) Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- b) Distancia mínima de 0,50m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición de entre ellos de elementos aislantes.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de  Condiciones</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE  CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA  FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

#### 4.13. Tensiones transferidas en alta tensión

Con motivo de un defecto a masa lejano y con objeto de evitar la transmisión de tensiones peligrosas en el tendido de cables por galería, las pantallas metálicas de los cables se pondrán a tierra cada 40 o 50m y al realizar cada una de las cajas de empalme y en las cajas terminales.

#### 4.14. Montajes diversos

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

En el caso de uniones en M.T. de cajas terminales a seccionador o interruptor, los vanos serán cortos de forma que los esfuerzos electrodinámicos que puedan producirse no sean ocasión de cortocircuito entre fases.

#### 4.15. Armario de distribución

La fundación de los armarios tendrá como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

#### 4.16. Materiales

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

#### 4.17. Recepción de obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	<b>Prep.</b>	J.B.A
		<b>Rev.</b>	G.A.D.P.
		<b>Apro.</b>	J.R.A.E.
		<b>Rev.</b>	0
		<b>Fecha</b>	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO  <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la norma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b> <b>SOLUTEX MALLÉN</b>	<b>Prep.</b>	J.B.A
		<b>Rev.</b>	G.A.D.P.
		<b>Apro.</b>	J.R.A.E.
		<b>Rev.</b>	0
		<b>Fecha</b>	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – PC - Pliego de Condiciones</b>	TÍTULO  <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
--	---

## 5. Reglamentaciones de obligado cumplimiento

Con total independencia de las prescripciones indicadas en los documentos del proyecto es prioritario el cumplimiento de cualquier reglamentación de obligado cumplimiento que afecte a la instalación, bien sea de índole nacional, autonómico, municipal, de compañías o en general de cualquier ente que pueda afectar a la puesta en marcha legal y necesaria para la consecución de las funciones de la planta.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUEZ. Para comprobar su validez: <https://www.cojim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 77375653.

Desarrollado por:



El Ingeniero Industrial  
José Ramón Álvarez Enríquez  
Madrid marzo 2024  
Colegiado N° 8379

## PRESUPUESTO

### PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN.

### HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW



CLIENTE:

SOLUTEX GC S.L.

PLANTA:

SOLUTEX MALLÉN

LOCALIZACIÓN:

MALLÉN (ZARAGOZA)

50550 Mallén, Zaragoza

Nº DE DOCUMENTO:

20250326 – Presupuesto

Revisión	Fecha	Detalles de la Revisión	Prep. por	Rev. por	Apro. por	Comentarios
0	10/04/2025	Inicial	J.B.A.	G.A.D.P.	.J.R.A.E..	

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250127 SMPFV - P - Presupuesto</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

## Índice

1. CAPÍTULO 1 – PANELES FOTOVOLTAICOS E HINCADO.....	3
2. CAPÍTULO 2 – INVERSORES Y TRANSFORMACIÓN A ALTA TENSIÓN .....	4
3. CAPÍTULO 3 – MATERIALES VARIOS PARA LA INSTALACIÓN Y CONEXIÓN .....	5
4. PRESUPUESTO TOTAL .....	6

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250127 SMPFV - P - Presupuesto</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

## 1. CAPÍTULO 1 – PANELES FOTOVOLTAICOS E HINCADO

### SUMINISTRO DE PANELES E HINCADO DE LOS MISMOS

Pa Descripción	Cantidad	P. unitario	Importe
Pa <b>MÓDULOS</b> Tipo GCL-NT 10/78 610 Wp o similar Altura mínima de la mesa: 0,5 m Inclinación: 30° Estructura: Mesas 2V	<b>3780</b>		
Pa <b>ESTRUCTURA</b> Estructura metálica de soporte en S280GD / S320GD + ZM 310 (según EN 10346) de los paneles. Puesta a tierra de los paneles. Conexiones equipotenciales de tablas. Tornillería para la estructura ZN/NÍQUEL y para el panel de acero inoxidable (Garantía según proveedor). Manual y planos de montaje de la estructura, aportación de notas de cálculo. Pilotes galvanizados en caliente según UNE EN ISO 1461 con garantía de 25 años para ambiente C3. Garantía del acero con el que está fabricada la Estructura según las especificaciones del fabricante del acero. Trabajos incluidos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hincado</li> <li>• Montaje de estructura.</li> <li>• Instalación de paneles en la estructura.</li> <li>• Limpieza.</li> <li>• Trabajos topográficos.</li> <li>• Gestión y control de proyectos.</li> <li>• Informes diarios y que reflejan el progreso diario total.</li> <li>• Todas las máquinas necesarias para completar la instalación en obra.</li> <li>• Descargar el material ofrecido de los camiones.</li> </ul>			
<b>TOTAL – SUMINISTRO DE PANELES E HINCADO DE LOS MISMOS</b>			<b>626.400,00 €</b>

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250127 SMPFV - P - Presupuesto</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

## 2. CAPÍTULO 2 – INVERSORES Y TRANSFORMACIÓN A ALTA TENSIÓN

### INVERSORES Y TRANSFORMACIÓN A ALTA TENSIÓN

Pa	Descripción	Cantidad	P. unitario	Importe
Pa	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>			<b>202.920,00 €</b>
	<p>Suministro e instalación de edificio totalmente integrado incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Envolverte monobloque de hormigón tipo caseta (s/norma IEC 62271-202), de instalación en superficie y maniobra interior PFU-7 / 24kV Ventilación y piso especial</li> <li>- Alumbrado y tierras interiores del prefabricado</li> <li>- Celda modular de línea CGMCOSMOS-L</li> <li>- Celda modular de protección general con interruptor automático CGMCOSMOS-V (630A/20kA - M.Motor) Relé multifunción EkorRPA-031</li> <li>- Celda modular de medida CGMCOSMOS-M. (630A/20kA). Clase 0,2 para los TT y 0,2s para los TI de medida (doble devanado). Devanado de protección 5P10.</li> <li>- Conector atornillable simétrico en T s/24kV - 630ª</li> <li>- Relé de protección de trafo tipo DGPT2- Juego de 3 Pasatapas enchufables</li> <li>- Extintor , Banquillo Aislante y Armario 1º auxilios (Zona Abonado)</li> </ul> <p>Transformador trifásico de potencia 2500kVA 15kV/800V seco INAEL. Transformador trifásico de servicios auxiliares 15 kVA 15kV/400V seco INAEL.</p> <p>Cuadro de BT, CBTA para agrupación de inversores con automático. Enlace de conexión en BT hasta transformador. Conjunto equipo de seguridad 24kV.</p>			
Pa	<b>INVERSORES</b>			<b>81.775,00 €</b>
	9 inversores GOODWE GW250KN-HT o similares Smart communication box COM100E			
	<b>TOTAL – INVERSORES Y TRANSFORMACIÓN A ALTA TENSIÓN</b>			<b>284.695,00 €</b>

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250127 SMPFV - P - Presupuesto</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### 3. CAPÍTULO 3 – MATERIALES VARIOS PARA LA INSTALACIÓN Y CONEXIÓN

#### MATERIALES VARIOS PARA LA INSTALACIÓN Y CONEXIÓN DE LAS PLACAS CON LOS INVERSORES Y DESDE SALIDA DE TRANSFORMADOR A RED DE A.T. DE FÁBRICA

Pa Descripción	Cantidad	P. unitario	Importe
Pa MATERIALES VARIOS			
5000 m de Cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1500V 1x6 mm2 Negro R3000M			
5000 m de Cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1500V 1x6 mm2 Rojo R3000M			
3500 m tubo Rojo Ultra TP-1 63R TP 63 mm Ø (instalación enterrada)			
1500 m tubo de 63 mm Ø corrugado negro protección rayos UV (instalación vista superficie)			
5400 m de Cable CPR-ECA (RV-K) 1x120 mm2			
900 m de Cable CPR-ECA (RV-K) 1x70 mm2			
1500 m tubo Rojo Ultra TP-1 160R TP 160 mm Ø (instalación enterrada)			
500 m de Placa señalizadora de AT			
500 m de Cinta de señalización de AT			
1500 m de Cable AT RHZ1-2OL 12/20 kV 1x150 mm2			
1 conjunto de conexiones en AT para cable de 150 mm2 (en ambos extremos)			
1 ensayo de Aislamiento Normalizado Endesa para líneas subterráneas (antes de la puesta en marcha)			
9 circuitos de Tierras para Inversores			
1 circuitos de Tierras para equipos de Alta Tensión			
M.O. Instalación y conexionado de estos elementos.			
Equipos de tendido y conexionado.			
<b>TOTAL – MATERIALES VARIOS PARA LA INSTALACIÓN Y CONEXIÓN DE LAS PLACAS CON LOS INVERSORES Y DESDE SALIDA DE TRANSFORMADOR A RED DE A.T. DE FÁBRICA</b>			<b>287.040,00 €</b>

	<b>SOLUTEX GC S.L.</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250127 SMPFV - P - Presupuesto</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

#### 4. PRESUPUESTO TOTAL

<b>CAPÍTULO 01 – PANELES FOTOVOLTAICOS E HINCADO</b>	<b>626.400,00 €</b>
<b>CAPÍTULO 02 - INVERSORES Y TRANSFORMACIÓN A ALTA TENSIÓN</b>	<b>284.695,00 €</b>
<b>CAPÍTULO 03 - MATERIALES VARIOS PARA LA INSTALACIÓN Y CONEXIÓN</b>	<b>287.040,00 €</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1.198.135,00 €* </b>

(\* ) En función de la disponibilidad y precios del mercado la marca, modelo, características técnicas, así como el número de los equipos principales podrán estar sujetos a cambios.

Desarrollado por:




El Ingeniero Industrial

José Ramón Álvarez Enríquez

Madrid, abril 2025

Colegiado N° 8379

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUEZ. Para comprobar su validez: <https://www.cojim.es/verificacion>. Cod.Ver: 77375653.

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**  
**PROYECTO EJECUTIVO**  
**AUTORIZACIÓN**  
**ADMINISTRATIVA DE CONTRUCCIÓN.**  
**HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA**  
**FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW**



CLIENTE:

**SOLUTEX GC S.L.**

PLANTA:

**SOLUTEX MALLÉN**

LOCALIZACIÓN:

**50550 Mallén, Zaragoza,**

**28021, Madrid**

Nº DE DOCUMENTO:

**20250326\_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud**

Revisión	Fecha	Detalles de la Revisión	Prep. por	Rev. por	Apro. por	Comentarios
0	10/04/2025	Inicial	J.B.A.	G.A.D.P.	J.R.A.E..	

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

1.	Capítulo I. Aspectos generales .....	6
1.1.	Objetivo y alcance .....	6
1.2.	Requerimientos administrativos y legales.....	8
1.2.1.	Legislación aplicable.....	8
1.2.2.	Plan de Seguridad y Salud .....	9
1.2.3.	Comunicación y análisis de accidentes laborales .....	9
1.3.	Datos identificativos de la obra .....	9
1.3.1.	Descripción general .....	9
1.3.2.	Presupuesto de ejecución de la obra .....	9
1.3.3.	Plazo de ejecución.....	9
1.3.4.	Previsión de personal en obra .....	9
1.4.	Variaciones del estudio .....	9
2.	Capítulo II. Memoria descriptiva .....	11
2.1.	Fases de ejecución y unidades constructivas que componen la obra.....	11
2.1.1.	Reconocimiento de la zona por el Contratista acompañado por personal de planta .....	11
2.1.2.	Organización previa de los trabajos. Estudio de Seguridad y Salud.....	11
2.1.3.	Licencias de ocupación de la calzada, premises, etc... (En caso de ser necesario) .....	12
2.1.4.	Organización de la zona de obra .....	12
2.1.5.	Desarrollo de los trabajos .....	12
2.2.	Consideraciones a tener en cuenta. ....	12
2.3.	Tipología y características de los materiales y elementos.....	13
2.4.	Interferencias con los servicios afectados y otras circunstancias o actividades colindantes, que originen riesgos laborales por la realización de los trabajos .....	13
2.5.	Personal y equipamiento.....	13
2.6.	Normas generales de protección .....	13
2.6.1.	Normas sobre protecciones colectivas y protecciones individuales (EPIs).....	13
2.6.2.	Formación .....	14
2.6.3.	Prevención de riesgos de daños a terceros .....	14
2.7.	Identificación de riesgos.....	14
2.7.1.	Preliminares a la obra .....	15

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>

2.7.1.1.	Descripción .....	15
2.7.1.2.	Medidas preventivas y protecciones técnicas .....	15
2.7.1.3.	Equipos de protección individual .....	15
2.7.2.	Hincado de los paneles fotovoltaicos. ....	16
2.7.2.1.	Equipos y medios. ....	16
2.7.2.2.	Riesgos no eliminables:.....	17
2.7.2.3.	Medidas preventivas y protecciones técnicas .....	17
2.7.2.4.	Equipos de protección individual .....	18
2.7.3.	Instalaciones eléctricas .....	19
2.7.3.1.	Descripción .....	19
2.7.3.2.	Riesgos más frecuentes .....	19
2.7.3.3.	Normas preventivas de seguridad.....	19
2.7.3.4.	Medidas de protección para trabajos sin tensión .....	20
2.7.3.5.	Medidas de protección para trabajos en tensión.....	20
2.7.3.6.	Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones .....	21
2.7.3.7.	Trabajos de proximidad .....	21
2.7.3.8.	Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión.....	22
2.7.3.9.	Normas de carácter específico.....	23
2.7.3.10.	Medios de Protección individuales previstos.....	24
2.7.4.	Trabajos de izado y movimiento de cargas (grúas).....	25
2.7.4.1.	Descripción .....	25
2.7.4.2.	Riesgos no eliminables.....	25
2.7.4.3.	Equipos de protección personal .....	26
2.7.4.4.	Reglas de seguridad para la utilización de las grúas .....	26
2.8.	Prevención de riesgos profesionales .....	27
2.8.1.	Normas básicas de seguridad .....	27
2.8.2.	Protecciones individuales .....	28
2.8.3.	Protecciones colectivas .....	29
3.	Capítulo III. Pliego de condiciones .....	30
3.1.	Condiciones técnicas de seguridad .....	30

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

3.1.1.	Equipos de protección individual .....	30
3.1.1.1.	Protección respiratoria.....	30
3.1.1.2.	Protección acústica .....	30
3.1.1.3.	Protección de la cabeza .....	31
3.1.1.4.	Protección de la cara y de los ojos.....	31
3.1.1.5.	Protección de las manos .....	31
3.1.1.6.	Protección de los pies .....	32
3.1.1.7.	Protección del cuerpo.....	32
3.1.1.8.	Protección contra caídas .....	32
3.2.	Precauciones por tipo de trabajo .....	33
3.2.1.	Manejo manual de cargas en el montaje, desmontaje y transporte de aparatos.....	33
3.2.2.	Trabajos en altura .....	34
3.2.2.1.	Utilización de andamios.....	34
3.2.2.2.	Andamios metálicos sobre ruedas .....	36
3.2.3.	Trabajos en presencia de conductores eléctricos .....	41
3.2.3.1.	Líneas subterráneas (tanto en baja como en alta tensión) .....	41
3.2.3.2.	Interacción con líneas eléctricas aéreas .....	42
3.2.4.	Soldadura.....	43
3.2.5.	Trabajos con productos químicos.....	45
3.2.6.	Climatología y medio ambiente.....	45
3.2.7.	Trabajos de albañilería .....	46
3.2.8.	Trabajos de alicatados.....	46
3.2.9.	Trabajos de falsos techos .....	46
3.2.10.	Trabajos de pintura y barnizado .....	47
3.3.	Precauciones en el uso de maquinaria y equipos de trabajo .....	48
3.3.1.	Compresor .....	48
3.3.2.	Radial .....	48
3.3.3.	Herramientas manuales.....	49
3.3.4.	Máquinas herramientas eléctricas .....	50
	Grupos electrógenos, compresores y bombas extractoras de agua .....	52

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

4.	Capítulo IV. Presupuesto de seguridad y salud .....	53
4.1.	Capítulo 01 – Protecciones individuales .....	53
4.2.	Capítulo 02 – Protecciones colectivas .....	56
4.3.	Capítulo 03 – Extinción de incendios .....	58
4.4.	Capítulo 04 – Instalación higiene y bienestar .....	59
4.5.	Capítulo 05 – Medicina preventiva / Primeros auxilios .....	60
4.6.	Capítulo 06 – Formación / Reunión obligado cumplimiento .....	61
4.7.	Presupuesto total de seguridad y salud .....	62
5.	Capítulo V. Planos .....	63

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

## 1. Capítulo I. Aspectos generales

### 1.1. Objetivo y alcance

El presente estudio establece las normas y recomendaciones relativas a la prevención de los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales durante las modificaciones a realizar en las instalaciones eléctricas de la instalación de SOLUTEX GC S.L en Mallén recogidas en el PROYECTO DE EJECUTIVO DE AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA Y CONSTRUCCIÓN PARA LA HIBRIDACIÓN MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UN PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW EN LA MODALIDAD DE AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES EN LA FACTORÍA DE SOLUTEX GC EN MALLÉN.

Este estudio servirá para dar las directrices básicas a la empresa a fin de que ésta pueda desarrollar y llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa de acuerdo con el RD 1627/1997 de 24 de octubre.

Estas obligaciones serán plasmadas en el Estudio de Seguridad y Salud de detalle elaborado por el contratista.

El objeto de este Estudio de Seguridad y Salud es el establecer un adecuado nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores, frente a los riesgos derivados de las condiciones de los trabajos a realizar durante la instalación, montaje y puesta en marcha del citado proyecto.

Los riesgos que pueden estar presentes en estos trabajos y las medidas preventivas recomendadas dependen del propio sistema de ejecución de la instalación que emplee el Contratista y de las circunstancias particulares de su operativa, por lo cual la identificación de los riesgos que se realiza en este estudio debe ser analizada y complementada por el Contratista en ese Estudio de Seguridad.

Es obligación del Contratista disponer los recursos materiales, económicos, humanos y de formación necesarios para conseguir que el proceso de producción de construcción de esta obra sea seguro. Este Estudio ha de ser un elemento fundamental de ayuda al Contratista para cumplir con la prevención de los riesgos laborales y con ello influir de manera decisiva en la consecución del objetivo principal en materia de seguridad y salud en esta obra: lograr realizar la obra sin accidentes laborales ni enfermedades profesionales.

Contratista para cumplir con la prevención de los riesgos laborales y con ello influir de manera decisiva en la consecución del objetivo principal en materia de seguridad y salud en esta obra: lograr realizar la obra sin accidentes laborales ni enfermedades profesionales.

El alcance y objeto de este estudio de seguridad y salud solo afecta al conjunto de instalaciones eléctricas comprendidas desde los paneles hasta al interruptor de protección de red. Quedan excluidos del alcance de este estudio el resto de las instalaciones electromecánicas, obra civil o cualquier otra ajenos a la propia instalación eléctrica de la instalación fotovoltaica. En particular quedan fuera del alcance del presente proyecto y excluidos del mismo los siguientes:

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

- I. Cualquier instalación o equipo ajeno no especificado en el presente documento.
- II. Los proyectos y trabajos de obra civil relativos al reacondicionamiento del terreno para correcta instalación de los paneles fotovoltaicos sobre el suelo, así como sus naves y construcciones auxiliares.
- III. Los estudios específicos de coordinación, seguridad y salud relativa a los trabajos antes mencionados en el punto II.

Dada la peculiaridad y singularidad de la obra, será preciso la elaboración de otro estudio de seguridad y salud a realizar por el Promotor o Contratista más específico que contemple en detalle los trabajos de obra civil.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

## 1.2. Requerimientos administrativos y legales

### 1.2.1. Legislación aplicable

#### LISTADO NO EXHAUSTIVO DE LEGISLACIÓN APLICABLE

L. 31/1995	De Prevención de Riesgos Laborales.
R.D. 1627/ 1997	Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
R. D. 485/1997	Sobre señalización de seguridad y salud en el Trabajo
R.D. 486/1997	Sobre las normas mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
R.D. 487/1997	Sobre manipulación de cargas.
R.D. 773/1997	Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de equipos de protección individual.
R.D. 1215/1977	Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
R.D. 488/1997	Trabajo con pantallas de visualización de datos
R.D. 286/2006	Sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
R.D. 614/2001	Medidas de Protección de los Trabajadores frente al riesgo eléctrico.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### 1.2.2. Plan de Seguridad y Salud

En aplicación de este Estudio de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo. Dicho plan de seguridad deberá ser aprobado por el coordinador de seguridad, o en su caso, por la Dirección Facultativa de la obra cuando ésta asuma esas responsabilidades.

### 1.2.3. Comunicación y análisis de accidentes laborales

El subcontratista comunicará con la mayor celeridad posible los accidentes con baja que sufra su personal durante la ejecución de la obra. Así mismo, adjuntará la correspondiente investigación de accidentes.

## 1.3. Datos identificativos de la obra

### 1.3.1. Descripción general

Modificaciones y adaptación en las instalaciones eléctricas para la instalación de una planta fotovoltaica sobre suelo de 2.250 kW en la fábrica de SOLUTEX GC, S.L ubicada en el Polígono Industrial El Zafranar, 50550 de Mallén (Zaragoza).

### 1.3.2. Presupuesto de ejecución de la obra

1.198.135,00 €

### 1.3.3. Plazo de ejecución

La duración estimada no superará los 3 meses.

### 1.3.4. Previsión de personal en obra

15 Personas máximo en punta de trabajo.

## 1.4. Variaciones del estudio

El presente estudio se ha realizado en base al proyecto que se menciona, cualquier modificación del mismo que afecte al presente Estudio deberá ser aprobada por el Autor de este Estudio.

En aplicación de este Estudio, cada contratista elaborará un Plan particular de Seguridad y Salud, donde se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones aquí descritas.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

Cualquier variación o propuesta de medidas alternativas no implicará disminución de los niveles de protección previstos y requerirá su aprobación, por parte del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución o la Dirección Facultativa.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW

## 2. Capítulo II. Memoria descriptiva

### 2.1. Fases de ejecución y unidades constructivas que componen la obra

- El proceso de instalación consta de las siguientes fases:
- Reconocimiento de la zona por el contratista acompañado por personal responsable de fábrica.
- Organización previa de los trabajos.
- Licencias de ocupación de calzada, permisos, etc... (en el caso que sea necesario).
- Organización de la zona de obra.
- Desarrollo de los trabajos: Los trabajos objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud consisten en la instalación eléctrica para la instalación de una planta fotovoltaica de 2.250 kW.

La instalación a realizar estará formada por:

- Instalación eléctrica en baja tensión de corriente continua para la conexión de los paneles fotovoltaicos a los inversores.
- Instalación eléctrica en baja tensión de corriente alterna para la conexión de los inversores a un nuevo centro de transformación.
- Instalación eléctrica en alta tensión mediante la construcción de nuevo centro de transformación de 2.500 kVA y relación de transformación 15.000/800 V
- Instalación eléctrica las nuevas celdas y aparellaje eléctrico.

Desde el punto de vista preventivo, se enumeran las normas de carácter general a seguir por los intervinientes en cada una de las fases.

#### 2.1.1. Reconocimiento de la zona por el Contratista acompañado por personal de planta

Es fundamental que el Contratista adjudicatario de la instalación visite la obra con personal de la propia fábrica con el objeto ya no sólo de emitir un presupuesto lo más coherente con las características de la obra, sino comprobar si dispone de los medios, maquinaria y personal, adecuados para realizar dichos trabajos. Esta primera visita, proporciona al Contratista una idea "real" de lo que debe hacer para poder acometer los trabajos, alejándose de generalidades que pueden llevar a confusión una vez que acometa la obra.

#### 2.1.2. Organización previa de los trabajos. Estudio de Seguridad y Salud

Organización del Contratista con el CLIENTE y el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución con el objeto de elaborar las directrices adecuadas a cada tipo de obra. En esta fase, el Contratista deberá marcar una planificación de sus trabajos, la cual será incluida dentro de su Estudio de Seguridad y Salud, así como evaluar los riesgos de la actividad que va a acometer. Dicho Estudio de Seguridad y Salud será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>

### 2.1.3. Licencias de ocupación de la calzada, premisos, etc... (En caso de ser necesario)

Se deberán conseguir todas aquellas autorizaciones o documentos legales necesarios para la realización de los trabajos.

### 2.1.4. Organización de la zona de obra

- Una vez conocida la problemática de la obra, evaluados los riesgos por parte del Contratista y teniendo el procedimiento de actuación suficientemente claro, se procederá a organizar el lugar de la obra, teniendo en cuenta:
- Accesos a la obra (tráfico rodado, peatones, personal, etc...).
- Interferencias con servicios afectados (agua, gas, etc...) que puedan derivarse de la ejecución de los trabajos.
- Acopios de material.
- Ubicación de la maquinaria necesaria para la realización de los trabajos.
- Extintores de incendios (suelen estar presentes en las instalaciones, no obstante, si en la 1ª fase se detecta la ausencia de los mismos, se deberá de proveer de extintores a la obra).
- Accesos de maquinaria pesada (camiones grúa para la descarga y posicionamiento de los equipos).

### 2.1.5. Desarrollo de los trabajos

#### Trabajos de obra civil,

Los trabajos de obra civil para el reacondicionamiento de los terrenos donde se instalarán la planta fotovoltaica, serán objeto de un proyecto independiente por lo que no se contemplan en este estudio de seguridad y salud.

#### Trabajos eléctricos

Instalación de una planta fotovoltaica de 2.250 kW. Adaptación de toda la planta de energía cogeneración y planta fotovoltaica a los nuevos requerimientos de autoconsumo con excedentes.

### 2.2. Consideraciones a tener en cuenta

Previamente a la emisión de un presupuesto sería conveniente, sobre todo en algunos casos, una visita a la planta por parte de personal de la empresa instaladora acompañados por personal de la planta. Además, dicha empresa mantendrá continuamente informada a esta unidad sobre el transcurso de las consiguientes obras.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

### 2.3. Tipología y características de los materiales y elementos

Dentro de los materiales, componentes y elementos que nos vamos a encontrar en la obra, se distinguen los siguientes:

- Equipos a instalar: Módulos fotovoltaicos e inversores.
- Instalación eléctrica en baja y alta tensión.
- Pequeña maquinaria, herramientas y aparatación eléctrica.

### 2.4. Interferencias con los servicios afectados y otras circunstancias o actividades colindantes, que originen riesgos laborales por la realización de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos debemos considerar la posibilidad de interferencias de los propios servicios de la planta. Es por ello por lo que la información previa de la posibilidad de estas interferencias a los operarios de la planta debe ser una práctica común al comenzar la obra.

En caso de encontrarnos con este tipo de circunstancia, se dará cuenta de ello inmediatamente a la Propiedad y al Coordinador de Seguridad y Salud, con el objeto de recibir las instrucciones oportunas.

### 2.5. Personal y equipamiento

Para realizar las distintas operaciones que conforman los trabajos de la nueva planta fotovoltaica y sus equipos asociados, deberán usarse las tecnologías que sean de aplicación en cada materia por medio del empleo de los útiles y máquinas específicas, manipuladas por personal adiestrado para su uso y, en su caso, con documentación que acredite su capacidad, a fin de conseguir el mejor aprovechamiento de los materiales y el máximo de seguridad para las personas y las cosas.

### 2.6. Normas generales de protección

Se tendrán en consideración las siguientes normas generales:

#### 2.6.1. Normas sobre protecciones colectivas y protecciones individuales (EPIS)

Cuando no haya sido posible eliminar totalmente los riesgos existentes, se utilizarán adicionalmente sistemas de protección colectiva.

- Si a pesar de ello aún queda riesgo residual, o cuando las medidas de protección colectiva no sean técnicamente aplicables, o cuando precisamente se deban instalar las protecciones colectivas, se

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

deberán utilizar equipos de protección individual que cumplirán de forma general las condiciones siguientes:

- Serán de uso personal e intransferible, aunque en algunos casos de equipos de protección complejos será admisible el uso compartido del equipo (garantizando, eso sí, la higienización del equipo entre uno y otro usuario).
- Estarán homologados por el órgano competente o en su defecto cumplirán normas de reconocido prestigio.
- Se utilizarán únicamente por el tiempo imprescindible.

### 2.6.2. Formación

Todo el personal tendrá formación en los métodos de trabajo y en los riesgos que éstos pudieran entrañar, usos y mantenimiento de herramientas y equipos, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

### 2.6.3. Prevención de riesgos de daños a terceros

En esta obra, los principales riesgos a terceros derivarían de los golpes con objetos o herramientas. Para prevenirlo se delimitará el área de trabajo mediante bandas o conos señalizadores para evitar daños a cualquier persona que transite por la zona peligrosa.

### 2.7. Identificación de riesgos

Seguidamente se identifican los riesgos que previsiblemente estarán presentes durante los trabajos a realizar.

Estos riesgos serán completados y/o modificados por el Contratista en función de las técnicas empleadas para la realización de los trabajos.

- Accidentes causados por seres vivos
- Accidentes derivados del uso o presencia de agentes químicos
- Accidentes por pisadas sobre objetos
- Atropellamiento por vehículos, máquinas o útiles de trabajos
- Atropello por maquinaria y vehículos, colisiones y vuelcos
- Caída de objetos en manipulación
- Caídas al mismo o distinto nivel
- Contactos con superficies calientes
- Contactos eléctricos en líneas en tensión
- Exposición a condiciones meteorológicas

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

- Golpes por objetos o herramientas
- Incendios y/o explosiones
- Ruido
- Polvo
- Proyecciones de partículas y polvos
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes
- Sobreesfuerzos por movimiento de materiales
- Utilización de equipos a presión
- Vibraciones

## 2.7.1. Preliminares a la obra

### 2.7.1.1. Descripción

Serán considerados los trabajos de acondicionamiento de la obra y sus inmediaciones, preparando los cierres de la zona de actuación, dotar de un acceso correcto, en definitiva, preparar la obra para su inicialización.

### 2.7.1.2. Medidas preventivas y protecciones técnicas.

Se acotará el perímetro de la obra, tal y como se ha señalado anteriormente, de acuerdo con lo autorizado por el Ayuntamiento y convenientemente señalizado. Toda señalización en obra cumplirá el R.D. 485/1.997 de 14 de abril sobre "Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo."

Se anularán y desconectarán completamente las instalaciones y se taponará la acometida al alcantarillado, protegiéndose así mismo las instalaciones de los servicios públicos.

Se reducirán al mínimo los riesgos higiénicos mediante el riego de escombros y la utilización de silenciadores. El vertido directo de escombros desde la cubierta del frontón está absolutamente prohibido desde alturas superiores a 2 m y se utilizarán para ello pallets adecuados.

Los compresores, martillos neumáticos o similares, se utilizarán previa autorización de la Dirección Técnica, en previsión de transmisión de vibraciones perjudiciales a terceras personas.

La aparición de elementos arquitectónicos, arqueológicos o artísticos ignorados, artefactos o ingenios bélicos, depósitos o canalizaciones subterráneas o productos de sospechosa toxicidad o explosividad, deberá ser puesto en conocimiento de la Dirección Facultativa de la obra, suspendiéndose cautelarmente los trabajos.

### 2.7.1.3. Equipos de protección individual

Los operarios que participen en las labores de preparación de la obra contarán con los siguientes equipos de protección individual:

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos, abrasivos y anticorte.
- Cinturón de seguridad de arnés, para caídas a distinto nivel.
- Botas de seguridad.
- Líneas de vida.

Las prendas anteriores se complementarán, si el trabajo lo requiere, con protectores auditivos, protectores de vías respiratorias con filtro mecánico y gafas anti-fragmentos.

### 2.7.2. Hincado de los paneles fotovoltaicos.

Los trabajos consisten en el hincado de postes metálicos en el terreno mediante maquinaria especializada, para posteriormente montar sobre ellos las estructuras portantes de los paneles solares. La actividad incluye:

- ✓ Replanteo y marcado de puntos de hincado
- ✓ Despliegue de maquinaria hincadora
- ✓ Hincado de perfiles mediante percusión o vibración
- ✓ Verificación de verticalidad y profundidad

#### 2.7.2.1. Equipos y medios.

Materiales: Apuntalamiento, material de refuerzo, dispositivos de refuerzo, hormigón H-200 kg/cm<sup>2</sup>, ferralla, mortero, perfiles de acero laminado, ...

Energía: Agua, electricidad, aire comprimido, combustibles y esfuerzo humano.

Mano de obra: Oficiales, peones especialistas, carpinteros, gruísta...

Herramientas: Herramientas de mano, motosierra, vibrador, rotaflex...

Maquinaria hincadora

Vehículo de apoyo para transporte de perfiles

Nivel láser o instrumentos topográficos

Kit de primeros auxilios en obra

Medios auxiliares: Puntales metálicos, andamios de estructura tabular, tableros, escaleras manuales, señales, pasarelas, sirgas, eslingas...

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

### 2.7.2.2. Riesgos no eliminables:

- Interferencias por el paso de una línea eléctrica en alta tensión próxima al terreno donde se realizan los trabajos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos.
- Choques o golpes contra objetos.
- Caída o colapso de andamios.
- Desprendimientos.
- Hundimientos.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Ambiente pulvígeno y gases.
- Contaminación acústica,
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Quemaduras por proyección de partículas incandescentes.
- Lesiones por sobreesfuerzo.
- Lesiones producidas por radiaciones.
- Lesiones en manos y pies.
- Cuerpo extraño o salpicaduras de hormigón en ojos.
- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Contagios derivados de insalubridad ambiental de la zona.

### 2.7.2.3. Medidas preventivas y protecciones técnicas

- ✓ Delimitación del área de trabajo con vallas y señales
- ✓ Revisiones previas del terreno (estabilidad, objetos enterrados)
- ✓ Uso obligatorio de EPIs:
- ✓ Casco con barboquejo
- ✓ Ropa de alta visibilidad
- ✓ Calzado de seguridad S3
- ✓ Guantes mecánicos
- ✓ Protección auditiva
- ✓ Inspección diaria de maquinaria
- ✓ Solo personal autorizado manejará maquinaria
- ✓ Formación específica en manejo seguro

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

El perímetro de las zonas a distinto nivel donde se realicen las actividades ya mencionadas se protegerá con barandillas rígidas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié; donde no fuese posible su colocación se utilizará el cinturón de seguridad de arnés.

La manipulación manual de cargas que entrañe riesgos dorsolumbares para los trabajadores cumplirá las disposiciones mínimas de seguridad señalados en la legislación vigente aplicable.

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores se observarán las siguientes normas: señalar de forma visible la carga máxima, utilización de aparatos homologados e instalados por técnicos autorizados, las eslingas, estrobos, cadenas, cuerdas de izado,... serán las adecuadas a cada uso, en ningún momento los operarios estarán bajo la carga suspendida, los operarios encargados de su manejo tendrán la formación específica requerida para su utilización, no utilizar estos aparatos para realizar operaciones distintas de las de elevación, la revisión y mantenimiento de estos aparatos será realizado por personal especializado.

Los acopios se realizarán en las zonas señaladas, evitando sobrecargas a la estructura y dejando libres las zonas de paso y trabajo.

Periódicamente se comprobará el perfecto estado de servicio de las protecciones colectivas colocadas.

Todos los operarios que trabajen con grupos de soldadura eléctrica por arco dispondrán de equipos de protección frente a radiaciones y quemaduras. Utilizarán prendas ignífugas, guantes secos y aislantes.

Los portaelectrodos estarán bien aislados, disponiendo tanto la máquina como el conductor activo de puesta a tierra adecuada, además el equipo dispondrá de un dispositivo automático de desconexión cuando esté trabajando en vacío. En ningún momento se dejarán los grupos bajo tensión sin vigilancia ni las pinzas sobre materiales no aislantes. Se utilizarán en recintos perfectamente ventilados o con instalación para extracción de humos.

#### **2.7.2.4. Equipos de protección individual**

Los operarios que participen en las labores de estructura contarán con los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes de Protección de uso general y contra riesgos: mecánicos, anticorte, antiabrasión y químicos.
- Botas de uso general y de agua de seguridad.
- Equipo completo de protección para soldadura eléctrica por arco,

Las prendas anteriores se complementarán, si el trabajo lo requiere, con protectores auditivos, protectores de vías respiratorias con filtro mecánico y gafas de seguridad. Así mismo contarán con ropa de trabajo adecuada y traje de agua.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

### 2.7.3. Instalaciones eléctricas

#### 2.7.3.1. Descripción

Corresponde a este apartado la fase correspondiente a colocación de elementos eléctricos (inversores, transformadores, cajas de conexión, interruptores, contadores, cajas de protección ...) y sus correspondientes conexiones, así como las pertinentes pruebas eléctricas. Se utilizarán para estos trabajos, escaleras, andamios, y pequeñas herramientas de electricista.

#### 2.7.3.2. Riesgos más frecuentes

- Caída de personas a mismo nivel
- Caída de objetos sobre las personas
- Caída de personas a distinto nivel
- Los derivados del uso de medios auxiliares
- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos
- Contactos eléctricos directos e indirectos en trabajos en tensión.
- Abrasión de manos al tirar de conductores.
- Quemaduras por partículas incandescentes.
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Explosión.

#### 2.7.3.3. Normas preventivas de seguridad

Antes de realizar cualquier operación de instalación deberá cerciorarse de que dispone de todos los equipos de seguridad necesarios y que están en buen estado. Además, se debe asegurar que el personal está capacitado para realizar trabajos bajo tensión y en alturas y que conoce las medidas preventivas.

Todos los elementos de seguridad personal deben estar homologados, en buen uso y bien conservados.

Existen dos fuentes de electricidad, la de red principal y también el suministro procedente del sistema fotovoltaico, debe tener en cuenta que el sistema funciona con las tensiones siguientes:

- Hasta 54,09 Vcc en los terminales de un módulo fotovoltaico y hasta los 1460,46 Vcc en los terminales de entrada de CC de inversor.
- 800 Vca trifásicos, 50 Hz de CA entre los inversores y el nuevo centro de transformación denominado CTPFV.
- 15.000 Vca en la línea de enlace entre el nuevo transformador TPFV y en centro de transformación de fábrica denominado CT2.

En los terminales de los módulos fotovoltaicos hay una tensión presente durante todo el tiempo que están expuesto a la luz solar.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

No se deberá trabajar con lluvia o con tormentas cercanas, ya que pueden inducir corrientes que pueden ser peligrosas.

#### 2.7.3.4. Medidas de protección para trabajos sin tensión

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el trabajo, y la reposición de la tensión al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de las instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

Una vez identificados la zona y elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, se seguirá el siguiente proceso que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- I. Desconectar: Aislar la parte de la instalación de todas las fuentes de alimentación mediante un aislante o por una distancia en aire.
- II. Prevenir la Realimentación: Los dispositivos de maniobra empleados deben asegurarse contra cualquier posible reconexión.
- III. Verificar la ausencia de tensión: lo más cerca posible de la zona de trabajo
- IV. Poner a tierra y en cortocircuito: las partes de la instalación donde se va a trabajar en el caso de instalaciones de alta tensión y de instalaciones de baja tensión que por inducción o por otras razones puedan ponerse accidentalmente en contacto.
- V. Proteger frente a elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad.

En los trabajos en instalaciones con condensadores que permitan una acumulación peligrosa de energía se efectuará y asegurará la separación de las fuentes de tensión y se aplicará un circuito de descarga a los bornes de los condensadores, que podrá ser el circuito de puesta a tierra y en cortocircuito, y se esperará el tiempo necesario para la descarga.

En los trabajos en transformadores y en máquinas en alta tensión habrá que asegurarse que:

- La máquina está completamente parada
- Están desconectadas las alimentaciones
- Los bornes están en cortocircuito y a tierra.
- La protección contra incendios está bloqueada.
- La atmósfera no es nociva, tóxica o inflamable.

#### 2.7.3.5. Medidas de protección para trabajos en tensión

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado. El método de trabajo empleado y los equipos materiales deberán asegurar la protección frente al riesgo eléctrico.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

Los equipos y materiales son:

- Accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.)
- Pértigas aislantes
- Dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.)
- Equipos de protección individual.

Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable que les permita tener las manos libres, y de una iluminación adecuada.

Las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables.

### **2.7.3.6. Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones**

Estas maniobras solo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados. El método empleado y los equipos y materiales de trabajo deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.

En las maniobras locales con interruptores o seccionadores, el método de trabajo debe prever los defectos posibles de los aparatos.

En las mediciones, ensayos y verificaciones, en los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones necesarias para evitar la realimentación.

### **2.7.3.7. Trabajos de proximidad**

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ellas que el trabajo permita. Esta distancia se obtiene en función de la tensión de servicio de los elementos en tensión.

Antes de iniciar el trabajo se determinará la viabilidad del trabajo y se adoptarán las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo:

- El número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión.

Además, se deberá delimitar la zona de trabajo, e informar a los trabajadores de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y las medidas de seguridad a adoptar.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

El empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

El acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico estará restringido a los trabajadores autorizados. Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado.

### 2.7.3.8. Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión

Se realizarán siguiendo un procedimiento que reduzca al mínimo estos riesgos. Se limitará y controlará la presencia de sustancias inflamables en la zona de trabajo y se evitará la aparición de focos de ignición.

En los lugares donde pueda producirse una acumulación de cargas electrostáticas deberán tomarse las medidas preventivas necesarias para evitar las descargas peligrosas y la producción de chispas.

Las medidas a tomar serán:

- Eliminación o reducción de los procesos de fricción.
- Evitar los procesos que produzcan pulverización, aspersion o caída libre.
- Utilización de materiales antiestáticos o aumento de su conductividad.
- Conexión a tierra, y entre sí, de los materiales susceptibles a adquirir carga.
- Utilización de dispositivos específicos para la eliminación de cargas electrostáticas.

A la hora de realizar los trabajos de instalación de circuitos eléctricos:

- Se cuidará que los radios de curvatura del tubo aislante flexible sea como mínimo 5 o 6 veces el diámetro del tubo para favorecer el paso de conductores.
- Se cuidará que los conductores, en servicio estén suficientemente protegidos, de forma que no se dañen sus cubiertas aislantes y protecciones.
- Se cuidará que los conductores que se instalan no sufran daños en sus cubiertas aislantes, ni esfuerzos de tracción superiores a los admisibles.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### 2.7.3.9. Normas de carácter específico

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar las posibilidades de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán las cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica:

#### I. Desconectar, corte visible o efectivo.

- Antes de iniciar cualquier trabajo eléctrico sin tensión se deberá desconectar todas las posibles alimentaciones a la línea, máquina o cuadro eléctrico. Se prestará especial atención a la alimentación a través de grupos electrógenos y otros generadores, sistemas de alimentación interrumpida, baterías de condensadores, etc.
- Se considerará que el corte ha sido bueno cuando podamos ver por nosotros mismos los contactos abiertos y con espacio suficiente como para asegurar el aislamiento. Esto es el corte visible.
- Como en los equipos modernos no es posible ver directamente los contactos, los fabricantes incorporan indicadores de la posición de los mismos. Si la aparamenta está debidamente homologada, tenemos la garantía de que el corte se ha realizado en condiciones de seguridad. Esto es el corte efectivo.
  - Interruptores
  - Seccionadores
  - Pantógrafos
  - Fusibles
  - Puentes flojos
- La simple observación de la timonería del dispositivo no es garantía suficiente de la apertura del mismo.

#### II. Prevenir cualquier posible realimentación. Bloqueo y señalización.

- Se debe prevenir cualquier posible re-conexión, utilizando para ello medios mecánicos (por ejemplo, candados). Para enclavar los dispositivos de mando no se deben emplear medios fácilmente anulables, tales como cinta aislante, bridas y similares.
- Cuando los dispositivos sean telemandados, se debe anular el telemando eliminando la alimentación eléctrica del circuito de maniobra.
- En los dispositivos de mando enclavados se señalará claramente que se están realizando trabajos.
- Además, es conveniente advertir a todo el personal implicado que se ha realizado el corte y el dispositivo está enclavado.

#### III. Comprobación de ausencia de tensión

- En los trabajos eléctricos debe existir la premisa de que, hasta que no se demuestre lo contrario, los elementos que puedan estar en tensión lo estarán de forma efectiva.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

- Siempre se debe comprobar la ausencia de tensión antes de iniciar cualquier trabajo, empleando los procedimientos y equipos de medida apropiados al nivel de tensión más elevado de la instalación.
- Haber realizado los pasos anteriores no garantiza la ausencia de tensión en la instalación.
- La verificación de ausencia de tensión debe hacerse en cada una de las fases y en el conductor neutro, en caso de existir. También se recomienda verificar la ausencia de tensión en todas las masas accesibles susceptibles de quedar eventualmente sin tensión

#### IV. Puesta a tierra y en cortocircuito

- Este paso es especialmente importante, ya que creará una zona de seguridad virtual alrededor de la zona de trabajo.
- En el caso de que la línea o el equipo volviesen a ponerse en tensión, bien por una realimentación, un accidente en otra línea (fallo de aislamiento) o descarga atmosférica (rayo), se produciría un cortocircuito y se derivaría la corriente de falta a Tierra, quedando sin peligro la parte afectada por los trabajos.
- Los equipos o dispositivos de puesta a tierra deben soportar la intensidad máxima de defecto trifásico de ese punto de la instalación sin estropearse. Además, las conexiones deben ser mecánicamente resistentes y no soltarse en ningún momento. Hay que tener presente que un cortocircuito genera importantes esfuerzos electrodinámicos.
- Las tierras se deben conectar en primer lugar a la línea, para después realizar la puesta a tierra. Los dispositivos deben ser visibles desde la zona de trabajo.
- Es recomendable poner cuatro juegos de puentes de cortocircuito y puesta a tierra, uno al comienzo y al final del tramo que se deja sin servicio, y otros dos lo más cerca posible de la zona de trabajo.
- Aunque este sistema protege frente al riesgo eléctrico, puede provocar otros riesgos, como caídas o golpes, porque en el momento del cortocircuito se produce un gran estruendo que puede asustar al personal implicado en la operación.

#### V. Señalización de la zona de trabajo

La zona dónde se están realizando los trabajos se señalará por medio de vallas, conos o dispositivos análogos. Si procede, también se señalarán las zonas seguras para el personal que no está trabajando en la instalación.

##### 2.7.3.10. Medios de Protección individuales previstos

Los equipos de protección individual (EPI) de prevención de riesgos eléctricos deberán ajustarse a las especificaciones y para los valores establecidos en las Norma UNE, o en su defecto, Recomendación AMYS.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

Los equipos de protección previstos se enumeran a continuación:

- Casco de seguridad homologado y aislante contra contactos eléctricos
- Guantes aislantes para realizar las conexiones eléctricas
- Herramientas aislantes
- Botas de seguridad aislantes
- Cinturón de protección lumbar
- Cinturón de seguridad antiácidas
- Líneas de vida.
- Señalizar y vallar la zona de trabajo

Los guantes aislantes, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.

Durante la ejecución de trabajos que conlleven riesgo de proyección de partículas no incandescentes, se establecerá la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, curvados y ópticamente neutros, montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado o rejilla metálica. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos.

En trabajos sobre fusibles, seccionadores, bornes o zonas en tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el uso de pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color DIN-2 ópticamente neutro, guantes dieléctricos.

#### **2.7.4. Trabajos de izado y movimiento de cargas (grúas)**

##### **2.7.4.1. Descripción**

Corresponde a este apartado la fase correspondiente al izado y movimiento de cargas tales como la instalación de los paneles fotovoltaicos sobre las cubiertas, equipos eléctricos pesados tales como inversores, transformadores y en especial la ubicación de un nuevo prefabricado de hormigón que albergara en nuevo centro de transformación dedicado a la instalación fotovoltaica denominado CT3.

##### **2.7.4.2. Riesgos no eliminables**

- Caídas de objetos desde altura.
- Choques o golpes contra objetos.
- Hundimientos.
- Atrapamientos.
- Aplastamientos.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

- Contactos eléctricos directos o indirectos.

Especial atención se tendrá durante los trabajos de descarga y posicionamiento del nuevo prefabricado de hormigón por el paso de una línea aérea en alta tensión próxima a la zona de trabajo.

#### 2.7.4.3. Equipos de protección personal

- Cinturón de seguridad de arnés, para caídas a distinto nivel homologado.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Guantes de protección adecuados a cada riesgo.
- Gafas de seguridad.
- Chalecos
- Mascara respiratorias homologadas para la manipulación de amianto.
- Casco de seguridad homologado.

#### 2.7.4.4. Reglas de seguridad para la utilización de las grúas

- La grúa solo podrá ser operada por personal cualificado.
- Siempre se mantendrá la carga lo más cerca al centro de giro de la grúa y tan cerca del suelo como sea posible.
- Nunca se excederá la capacidad de elevación nominal que aparece en la tabla de carga.
- Siempre se determinará el peso de la carga y se comprobará la tabla de capacidad para determinar que la carga puede ser levantada en el radio deseado.
- Jamás se utilizará la estabilidad de la grúa para determinar la capacidad.
- Se deberá mantener todas las partes de la grúa siempre lejos y fuera de líneas o equipos eléctricos.
- Evitar hacer chispa con roces o del escape de motor. Utilizar la malla antichispa.
- Evitar en todo momento cargas laterales con la pluma.
- Señalizar debidamente la zona de trabajo de la grúa y evitar en todo momento que cualquier persona permanezca de pie o trabaje debajo de la carga.
- Mantener la grúa siempre limpia y libre de aceite o grasa en todo momento. Emplear la regla de las dos manos en todo momento al subir alrededor de la grúa.
- Siempre se verificará con el personal de la obra la altura y la anchura para transitar con la grúa en su estado. Comprobando la capacidad de los puentes y las restricciones locales y de la propia obra que cubren cargas por eje.
- Mantener las extensiones telescópicas siempre por igual en todo momento para obtener la máxima fuerza de la pluma.
- Nunca extender una sección sólo dejando la otra sección dentro. Las tablas de carga se basan en tener las extensiones por igual.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

- Revisar siempre y mantense alejado de terrenos o bancos peligrosos que podrían desmoronarse o hundirse.
- Emplear siempre suficientes líneas y poleas para cargas pesadas.
- Jamás dejar una carga en el aire por espacio prolongado de tiempo.
- Verificar siempre de existe suficiente espacio libre para el giro de la grúa con los contrapesos, sobre todo si hay coches o personas en la zona.
- Observar en todo momento la carga. Si tienes que ver hacia otra parte, detente y no muevas la carga.
- Mantener las manos lejos de los malacates, cables y poleas. Usa siempre guantes de seguridad.
- Inspeccionar bien los cables y reemplaza los viejos, rotos y oxidados. Revisarlas abrazaderas del cable a menudo.
- Siempre detener la grúa con la carga en el suelo y el brazo apoyado, mientras se lubrica o realizan ajustes.
- Verificar que los grilletes y las eslingas de carga son correctas y están en buen estado antes de levantar la carga.
- Colocar siempre los estabilizadores en piso firme, manteniendo el nivel de la grúa. Restablecer y revisar los estabilizadores constantemente entre cargas pesadas.
- Por último, es indispensable usar casco, guantes, zapatos de seguridad aptos para el lugar de la maniobra, chaleco reflejante, arnés certificado y lentes para partículas y/o para los rayos ultravioleta, tanto para el operador de grúa como para todo el personal implicado en la operación.

## 2.8. Prevención de riesgos profesionales

Todas las medidas de seguridad dependen de la identificación de riesgos del propio sistema de ejecución de la obra, por lo que la lista que figura a continuación de normas básicas de seguridad será ampliada en el Plan de Seguridad y Salud.

### 2.8.1. Normas básicas de seguridad

No se apilarán materiales en zonas de tránsito manteniéndolas limpias y ordenadas.

Las herramientas y equipos de trabajo se usarán correctamente y estarán en adecuado estado de conservación y se utilizarán de forma adecuada. Los martillos neumáticos tendrán las empuñaduras aisladas contra contactos eléctricos y vibraciones.

Los soldadores estarán cualificados y a cada uno de ellos se le proporcionarán las reglas de seguridad para trabajos de corte y soldadura.

Se emplearán escaleras de mano para profundidad mayor de 1,2 m en zanja o se realizarán accesos a la misma.

Se mantendrán las distancias de seguridad con otros servicios. Tampoco se deambulará por otros servicios.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

En los recintos confinados, se realizará una verificación periódica de las condiciones de seguridad.

Las operaciones de carga y descarga se harán de la forma adecuada.

Se asegurará que no hay tensión en las líneas eléctricas en las que se vayan a trabajar. En el caso de que sea necesario que un operario trabaje en líneas en las que haya tensión este operario deberá contar con el equipo de protección individual específico para realizar dicha función y deberá trabajar con extrema precaución.

La utilización de productos químicos se hará basándose en las medidas recomendadas en la ficha de seguridad de cada producto en cuestión.

La utilización de equipos a presión se realizará con extrema precaución.

Está terminantemente prohibido fumar o encender fuego en las cercanías de un lugar de trabajo donde pudiera encontrarse normal o accidentalmente presencia de gas en la atmósfera, y se tomarán precauciones para evitar la generación de chispas, tales como humedecer el terreno, ventilar el local, etc.

### 2.8.2. Protecciones individuales

Se dotará a los trabajadores de los equipos de protección individual que fueran necesarios según los riesgos existentes en cada fase de trabajo. Una relación no exhaustiva de estas protecciones se detalla a continuación:

- Cascos
- Guantes de uso general contra riesgos mecánicos
- Guantes de goma
- Guantes de soldador
- Guantes dieléctricos
- Botas de agua
- Botas de seguridad
- Botas dieléctricas
- Mono o buzo
- Impermeable
- Gafas contra impactos y antipolvo
- Gafas para oxicorte
- Cinturón de seguridad
- Cinturón antilumbago
- Pantalla de seguridad para soldador y ayudante
- Mascarilla antipolvo y filtro
- Mandiles de soldador
- Polainas de soldador

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>

- Manguitos de soldador
- Protectores auditivos para operaciones en los que se superen los 85 dBA
- Chalecos reflectantes
- Equipos de protección respiratoria en caso de deficiencia de oxígeno (concentración menor del 19 % de oxígeno)
- Dispositivos anticaídas en trabajos con riesgo de caída de más de 2 metros de altura

### 2.8.3. Protecciones colectivas

Las protecciones colectivas se han demostrado como muy eficaces para la eliminación de riesgos para los colectivos de trabajadores. Una relación no exhaustiva de estas protecciones se detalla a continuación.

- Líneas de vida.
- Vallado, balizamiento y señalización de la obra.
- Señales de tráfico.
- Cintas de balizamiento.
- Distanciamiento, interposición de elementos no conductores para prevenir el contacto con líneas eléctricas aéreas o con elementos en tensión.
- Extintores a pie de obra.
- Cierre hermético de recipientes con productos tóxicos o inflamables.
- Medidores y detectores de la concentración de gas y oxígeno.
- Aparato acústico y óptico en vehículos.
- Protecciones contra radiaciones no ionizantes.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### 3. Capítulo III. Pliego de condiciones

#### 3.1. Condiciones técnicas de seguridad

##### 3.1.1. Equipos de protección individual

Principales equipos de protección individual y condiciones de uso.

##### 3.1.1.1. Protección respiratoria

Para la ejecución de los trabajos en los que sea previsible la insuficiencia de oxígeno (concentración de oxígeno inferior al 19 %) u otra causa que pueda afectar a la respiración, se tendrá bien a mano, y en disposición de ser utilizado inmediatamente, alguno de los siguientes equipos:

Máscara de protección con tubo de toma de aire fresco. Dicho tubo no tendrá una longitud de más de 10 m y será de un diámetro interior no menor de 2 cm.

Equipo de respiración autónomo con máscara a demanda o a presión positiva. El aire de las botellas se renovará cada año y se rellenarán después de cada uso.

Máscara de protección con suministro de aire desde un equipo impulsor. Estará dotado con un regulador de presión, filtro y seguridades adecuadas para la eliminación de posibles restos de aceite, humos, exceso de presión, etc.

Máscara provista de filtro adecuado. Estos equipos no se podrán utilizar en caso de insuficiencia de oxígeno. Su uso es exclusivo para trabajos con disolventes o en zonas con presencia de polvo y con utilización del filtro adecuado.

##### 3.1.1.2. Protección acústica

Se utilizarán equipos de protección acústica cuando el ruido en el puesto de trabajo alcance límites molestos y siempre que las mediciones habituales arrojen una cifra igual o superior a los 85 dBA.

Así pues, se utilizará la protección acústica cuando puedan alcanzarse esos niveles de ruido en los trabajos de mantenimiento de cámaras reguladoras de alta o media presión y en otros en los que la experiencia lo aconseje, en particular:

Trabajos con compresor.

Trabajos con cortadora, radial, etc.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### 3.1.1.3. Protección de la cabeza

El casco de seguridad deberá utilizarse en todos aquellos trabajos en los que exista posibilidad de lesionarse la cabeza. En particular se empleará en los siguientes casos:

Manipulación de materiales con aparatos elevadores.

Bajo zonas de trabajos en elevación.

En zanjas en las que la cabeza queda por debajo del nivel del terreno.

Trabajos en altura.

En los casos en los que el casco deba servir para sujetar otros elementos de protección.

### 3.1.1.4. Protección de la cara y de los ojos

Se deberá emplear gafas o pantallas de protección siempre que se efectúan trabajos en los que pueda haber proyección de partículas sólidas o líquidas, producción de gases perjudiciales, deslumbramiento, radiaciones térmicas y/o ultravioletas, o cualquier circunstancia que pueda ser peligrosa para la vista o para el rostro en general. Deberán usarse:

Pantallas faciales de plástico o gafas incoloras tipo universal de óptica irrompible donde haya riesgo de proyección de sólidos.

Trabajos con radial, sierra de disco, etc.

Trabajos de amolado o desbarbado.

Trabajos de perforación de materiales duros con maceta y cortafríos, martillo neumático, etc.

Pantalla o gafas con filtro de radiaciones luminosas y/o ultravioletas adecuado para cada tipo de soldadura.

Pantalla o gafas incoloras tipo panorámico cuando se manipulen agentes químicos agresivos.

### 3.1.1.5. Protección de las manos

Se utilizarán guantes en todos aquellos trabajos de manipulación de materiales abrasivos o cortantes, en los trabajos eléctricos, en soldadura, en la manipulación de productos químicos y en cualquier otra actividad que pueda causar una agresión lenta o rápida a las manos.

El tipo de guantes que se usará para cada actividad será:

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

Para trabajos con riesgo de contactos eléctricos, guantes de caucho garantizados para proteger de los voltajes máximos que se puedan encontrar en cables sin protección especial.

Neopreno o plástico para la manipulación de productos corrosivos y/o alérgicos.

Cuero o lona – cuero para manipulaciones en general y soldadura.

Aluminizados para la manipulación de productos criogénicos, tal como el gas natural licuado.

### 3.1.1.6. Protección de los pies

Se usará calzado de seguridad en cualquier trabajo donde se necesite protección de los pies contra golpes, aplastamientos o sustancias corrosivas.

Asimismo, se evitará en la medida de lo posible el calzado con herrajes en las instalaciones donde pudiera haber material o gases inflamables.

En lugares en los que, por necesidad, se trabaje en suelos mojados se utilizarán botas de agua.

En caso de riesgo de perforación de la suela por clavos, cristales, etc., se utilizarán adicionalmente plantillas de seguridad.

### 3.1.1.7. Protección del cuerpo

En los puestos de trabajo en que así se indique o exija, será obligatorio usar la ropa de trabajo, que será de material no fácilmente combustible, quedando prohibido el uso de cualquier otra.

Las ropas de trabajo deberán ajustarse y abrocharse bien, evitando partes que cuelguen.

En los trabajos en calzadas o carreteras poco iluminadas se usarán prendas o suplementos superpuestos, luminiscentes o reflectantes.

Se utilizará el cinturón antilumbago cuando exista riesgo de lesión debido al manejo manual de cargas o levantamiento de tapas, arquetas, etc.

### 3.1.1.8. Protección contra caídas

Se usarán cinturones de seguridad cuando exista riesgo de caída desde altura, con el fin de sostener y frenar el desplazamiento del cuerpo.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

En todos los trabajos que se desarrollen a más de dos metros de altura sin ningún tipo de protección se emplearán los cinturones de seguridad idóneos para cada caso. Se dedicará especial cuidado a la elección de los elementos y puntos de anclaje, de forma que sean sólidos, seguros y que no permitan una caída libre de más de 1 m.

### 3.2. Precauciones por tipo de trabajo

#### 3.2.1. Manejo manual de cargas en el montaje, desmontaje y transporte de aparatos

Durante el transporte de aparatos, maquinaria con cierto peso o los tramos de tubería a instalar o incluso en la adopción de posturas incorrectas durante el montaje mecánico de las instalaciones, el riesgo de sufrir accidentes por sobreesfuerzos es el más significativo y no es sólo el resultado del peso del objeto manipulado, si no que depende también de la posición y forma en que se ejecuta.

Para evitar este riesgo en la medida de lo posible habrá primeramente que utilizar la técnica correcta de elevación y transporte:

Aproximarse a la carga.

Asegurar un buen apoyo de los pies manteniéndolos separados.

Mantener la espalda recta. Doblar las rodillas, no la espalda.

Utilizar los músculos más fuertes y mejor preparados (brazos y piernas).

Mantener la carga tan próxima al cuerpo como sea posible. Llevar la carga equilibrada.

En especial habrá que tener especial precaución en los movimientos y posiciones peligrosos, entre los cuales podemos destacar:

No girar nunca la cintura cuando se tiene una carga en las manos.

El levantamiento y transporte de cargas, empujar carretillas o contenedores, etc.... deberá hacerse sin brusquedades y evitando siempre el encorvamiento de la espalda hacia atrás.

Controlar el levantamiento de cargas pesadas, sobre todo cuando se hace por encima de los hombros. Emplear medios mecánicos o hacerlo entre varias personas.

Comprobar previamente el recorrido por donde se ha de transportar la carga; para que no existan obstáculos, desniveles, productos resbaladizos, etc., que nos puedan desequilibrar cuando vayamos cargados.

Cuando trabajemos con herramientas pesadas, mantener una posición equilibrada y hacer pausas suficientes para recuperar la fuerza.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

Se dotará a los trabajadores de cinturón antilumbago para la realización de actividades de manejo manual de cargas con riesgo de accidentes por sobreesfuerzos debido a la carga o la posición.

### 3.2.2. Trabajos en altura

#### 3.2.2.1. Utilización de andamios

##### Andamios Metálicos Tubulares:

En cuanto al montaje de andamios habrá que tener en cuenta entre otros aspectos que dependerán de las distintas situaciones, lo siguiente:

Asegurar la cualificación de los trabajadores que efectúan los montajes/desmontajes de los andamios.

Velar por que sólo se monten andamios de estructura metálica.

El montaje de los andamios metálicos tubulares se hará siempre con arreglo al proyecto o diseño preestablecido.

Durante el montaje y desmontaje, nadie debe permanecer debajo del andamio.

Los módulos de la base no apoyarán directamente sobre el terreno, sino que lo harán sobre durmientes formados a partir de tablones.

Se colocarán también husillos de nivelación para garantizar la estabilidad. Las placas de apoyo de los husillos se fijarán con clavos a los durmientes.

Los módulos de andamios se arriostrarán según el modelo, (con cruces de San Andrés u otros elementos) y los de la base se cruzarán con barras diagonales para rigidizar el conjunto.

Los andamios se arriostrarán al paramento junto al que se está ejecutando.

No se comenzará un nivel superior hasta que los inferiores estén correctamente arriostrado.

El izado de todas las piezas se realizará con sogas y garruchas, usando eslingas y recipientes que eviten la caída de los materiales.

Todas las uniones se realizarán de acuerdo a los criterios de montaje del modelo comercial escogido. No improvisar ni introducir variaciones.

Los andamios tubulares de tipo escalerilla se montarán siempre con ésta hacia el lado contrario del paramento sobre el que se trabaja.

Los andamios se montarán a una distancia inferior a 30 cm del paramento. Si la distancia es mayor, se colocará barandilla también hacia el interior.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

Los pisos o plataformas serán de 0.60 m de anchura mínima hecho con tablonces de madera para una resistencia de 160 kg En el punto medio entre soportes. Es preferible utilizar el piso metálico original del andamio tubular. La madera estará escuadrada y libre de nudos.

Las plataformas se proveerán de barandillas a una altura del piso de 0.90 m equipado con otra intermedia y de rodapiés de 0.15 m de altura.

Las plataformas, pisos, pasarelas, etc., hechos con tablonces se sujetarán con presillas, lazos de alambre, travesaños claveteados, de modo que formen un conjunto único.

Las plataformas se sujetarán a los soportes mediante perrillos o atadura con alambre evitando así deslizamientos o vuelcos.

Los andamios en su base se protegerán contra golpes y deslizamientos mediante cuñas, dispositivos de bloqueo y/o estabilizadores.

Montado el andamio, no se retirará ningún elemento de su composición (tubo travesaño, tablón, etc.), hasta que no sea desmontado totalmente. Caso de que por necesidades del trabajo deba mantenerse la estructura durante algunos días utilizando algunos de sus elementos para confeccionar otros andamios, se señalará claramente la prohibición de acceso al mismo y se retirará la plataforma de trabajo para impedir su utilización por personal de otros tajos o ajenos a la compañía.

Se prohíbe el uso de andamios de caballete sino están formados por soportes de sólida construcción separados entre si menos de 2.5 m Para trabajos ligeros y 1.5 m Para trabajos pesados.

Nunca se montarán plataformas en la coronación de los andamios, salvo que estén provistas de barandillas.

En los módulos de base de diseño especial para paso de peatones se dispondrán entablados y viseras resistentes para evitar golpes por caída de materiales o herramientas.

En la utilización de los andamios igualmente se tendrán en cuenta entre otras consideraciones de seguridad:

Quando se depositen materiales sobre los andamios, se hará con cuidado y jamás de golpe.

El caminar por los andamios será normal, no se saltará sobre las plataformas ni tampoco de una a otra.

El personal que trabaje en andamios, sillas colgantes y generalizando en alturas superiores a los 2 m, usará cinturón de seguridad, adaptando al tipo de riesgo a minimizar (sujeción, suspensión o anticaídas), anclado a una parte sólida de la estructura del edificio.

En las plataformas de trabajo aisladas o que por necesidades del servicio carezca de las barandillas de seguridad reglamentaria se utilizará el cinturón de seguridad que se sujetará por el mosquetón a puntos sólidos, resistentes y distintos del andamio o plataforma de trabajo.

Se prohíbe lanzar herramientas, materiales y otros objetos de un andamio a otro o de una persona a otra. Se entregarán en mano.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

El acceso a los andamios se realizará por escaleras bien fijadas por ambos extremos, o protecciones anticaídas.

Las escaleras de acceso a los andamios serán 1 m más altas que el piso o plataforma del andamio sobre el que hay que desembarcar.

No se trabajará simultáneamente en dos plataformas que estén en la misma vertical.

No se prepararán andamios de "borriquetas" sobre las plataformas, ni se usarán bidones o cajas.

Las cargas se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo. Nunca se realizarán "pastas" sobre las plataformas de trabajo.

Extremar las precauciones con lluvia y bajo régimen de fuertes vientos.

### 3.2.2.2. Andamios metálicos sobre ruedas

#### Riesgos.

Los mismos que para los andamios tubulares, con las peculiaridades añadidas por los desplazamientos de las torres.

Para este tipo de andamios le serán aplicables las recomendaciones de utilización anteriores y además podremos destacar:

Para garantizar la estabilidad de las torres de andamio, se recomienda que la relación entre la altura y el lado menor de la base sea 4.

La base de la torre se cruzará con barras diagonales para convertir la estructura en indeformable.

Cada dos alturas se cruzará una barra diagonal de arriostramiento.

Las torres de andamio no se desplazarán cuando sobre ellas haya personas o materiales.

No se comenzará ningún trabajo sobre las plataformas sin haber fijado los frenos de las ruedas.

Las torres de andamio móviles sólo se emplearán en lugares en los que la superficie de apoyo es lisa, resistente y está libre de obstáculos.

Nunca utilizar torres de andamio móviles en superficies que no estén a nivel.

Se recomienda entre otros la utilización de casco (preferible con barbuquejo), ropa de trabajo ajustada en puños, cintura, etc., calzado de seguridad con suela antideslizante y puntera de protección y cinturón de seguridad tipo arnés.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### Trabajos en altura descendiendo en rappel y sistemas anticaídas.

El personal que realice esta modalidad de descenso por la fachada de un edificio tendrá la formación y experiencia necesaria para poder realizar esta actividad y todos los elementos de seguridad cumplirán con la legislación vigente aplicable. Además, siempre se dispondrá de una cuerda de seguridad adicional a la de trabajo.

Partes de un sistema anticaídas:

#### Arnés.

Este elemento deberá permitir la regulación en musleras y tirantes. El usuario deberá ajustárselo antes de comenzar a trabajar.

El punto de amarre a una línea de vida o a un anticaídas podrá ser pectoral o dorsal.

Las costuras serán de diferente color (testigos de desgaste) que el de las bandas.

Cumplirán con la norma UNE-EN-361.

#### Absorbedores de energía.

Unen el arnés a una estructura fija, o a un sistema anticaídas.

Su función es reducir la fuerza del impacto por debajo de 6 kN.

Para su correcto funcionamiento, se debe verificar la existencia de altura suficiente en caso de caída.

Se componen de una parte elástica (amortiguación) y una parte rígida.

Cumplirán con la norma UNE-EN-355.

Pueden ir integrados en un dispositivo anticaída de tipo retráctil.

La zona plastificada no se retirará en ningún caso.

#### Dispositivos anticaídas.

Unen los absorbedores de energía a una estructura fija o a una línea de vida.

Su función es detener la caída de una persona, mediante el bloqueo de un dispositivo.

Los anticaídas para líneas de vida permiten el desplazamiento de las personas a lo largo de la vertical del cable.

Los anticaídas retráctiles van desenrollando un cable o cinta conforme el operario va descendiendo.

Los anticaídas retráctiles cumplirán la norma UNE- EN-360.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

Cumplirán la norma UNE-EN-353 los anticaídas para líneas de vida, tanto los de cable de acero como los de cordaje (trenzado y cabos).

Conectores.

Ganchos y mosquetones de cierre automático y bloqueo manual o automático.

Cumplirán la norma UNE-EN-362.

Desenganche por acción voluntaria.

Resistencia a la rotura de >15 KN.

Sin bordes afilados o rugosos que dañen a la cuerda o al usuario.

Cordajes.

Están fabricados con fibras sintéticas (poliamidas).

Cumplirán la norma UNE - EN - 354 las cuerdas de conexión.

Cumplirán la norma UNE - EN - 358 las cuerdas de mantenimiento.

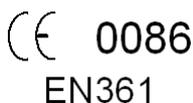
Las cuerdas de mantenimiento permitirán regular su longitud.

Las cuerdas de mantenimiento no pueden ser utilizadas para la parada de caídas.

Conformidad y marcado CE.

Es obligatorio que todos los EPI presenten en un lugar visible un marcado CE.

Los sistemas anticaídas son del Tipo III, relativos a la protección contra riesgos mortales o que puedan dañar gravemente la salud. Además de llevar el marcado CE, deberán llevar incorporado un número identificativo del organismo notificado que ensaya el producto. También se tendrá que hacer mención a las normas armonizadas europeas que son de aplicación al producto. Por ejemplo, la etiqueta identificativa de un arnés sería similar a:



Normas generales de uso.

Asegurarse del buen estado del material (ausencia de hilos rotos, muescas en los conectores, ...)

Ajustarse el arnés, tanto tirantes como musleras.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

No modificar el equipo ni su instalación.

Usar, siempre que pueda, puntos de anclaje por encima del cuerpo del usuario.

Evitar que las cuerdas se enreden alrededor de los obstáculos.

No utilizar equipos que hayan sufrido una caída.

No utilizar un anclaje simultáneo por más de una persona.

Usar el equipo todo el tiempo que dure la tarea

Trabajos en fachadas de edificio desde ventanas o balcones.

Está prohibido realizar trabajos desde ventanas, balcones, etc.... subidos en escaleras, andamios, etc.... sin adoptar las medidas de prevención necesarias para evitar riesgo de caída a distinto nivel (ya sean medidas colectivas como individuales).

En caso de trabajos en fachadas utilizando andamios se seguirán las recomendaciones de utilización de los mismos descritas en el apartado anterior. En caso de manejo de escaleras manuales se seguirán las recomendaciones siguientes:

Se definen las escaleras de mano como aquellas portátiles que pueden ser transportadas y manipuladas por una sola persona.

Podemos distinguir:

- Simples: están constituidas por dos soportes o largueros ensamblados por los peldaños.
- De tijera: están formadas por dos escaleras simples unidas por una articulación en uno de sus extremos.

Las escaleras deben de tener la resistencia adecuada y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que no supongan riesgos de caídas y desplazamiento de las mismas.

La longitud máxima de la escalera portátil no podrá sobrepasar los 5 m sin un apoyo intermedio en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m para alturas superiores se emplearán escaleras especiales.

Periódicamente y antes de su uso se deben observar entre otros aspectos:

Correcto ensamble de los peldaños.

Zapatillas de apoyo en buen estado

Si tienen, estado de ganchos superiores

Dispositivos de apertura, cadena y topes de seguridad en las de tijera

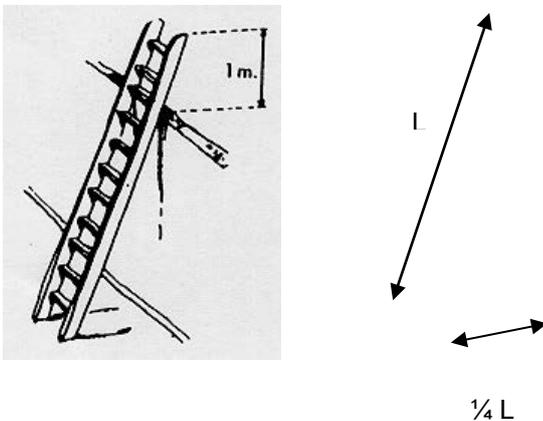
	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

Que no hayan sido reparadas con clavos, puntas, alambres, etc.

En la colocación de la escalera se tendrá en cuenta entre otros:

Las escaleras se colocarán de modo que el ángulo con la vertical bajada del punto de apoyo superior, sea de 15 grados. De otra forma, la distancia entre la citada vertical y las zapatas de apoyo en el suelo deberá ser la cuarta parte de la longitud existente entre la zapata del suelo y la intersección con la vertical del punto de apoyo superior.



La escalera portátil tendrá una longitud tal que sobrepase un metro por encima del punto o superficie a donde se quiera llegar.

En proximidad de puertas y pasillos si es necesaria la colocación de una escalera portátil, se hará teniendo la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

Antes de utilizar una escalera deberá asegurarse su estabilidad. La base de la escalera deberá quedar sólidamente asentada sobre una superficie plana, horizontal y estable. Siempre que sea posible se amarrará la escalera por su parte superior. Cuando no quede garantizada la fijación tanto en la base como en la parte superior, deberá ser sostenida por un segundo trabajador durante su uso.

No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimientos o sobre conductores desnudos.

Para la utilización por parte del trabajador se tendrá en cuenta entre otros:

El ascenso, descenso y los trabajos desde la escalera se efectuarán de frente a las mismas.

El cuerpo se mantendrá dentro del frontal de la escalera. Nunca se asomará sobre los laterales de la misma. Se desplazará la escalera cuantas veces sea necesario y nunca con el trabajador subido a ella.

Efectuando trabajos desde una escalera de mano a más de 3.5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, se utilizará cinturón de seguridad, sujeto a un punto distinto a la escalera.

No se pasará de un lado a otro por encima de la escalera de tijera.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más trabajadores al mismo tiempo.

No se transportarán a brazo pesos superiores a 25 Kg en escaleras.

No se subirá más arriba del antepenúltimo escalón.

No se utilizarán las escaleras como andamios, pasarela o para el transporte de materiales.

Si se manejan herramientas se utilizarán bolsas, cinturones o bandoleras para su transporte.

En cuanto al mantenimiento:

Después de su uso se limpiarán de cualquier sustancia que haya caído sobre las mismas.

Las escaleras de madera se pintarán únicamente con barniz transparente.

Se almacenarán en posición horizontal, sujetas a soportes fijos, protegidas de las condiciones ambientales.

### 3.2.3. Trabajos en presencia de conductores eléctricos

Toda instalación eléctrica se considerará bajo tensión hasta que se verifique que no lo está.

#### 3.2.3.1. Líneas subterráneas (tanto en baja como en alta tensión)

Antes del comienzo de la obra, se deben haber solicitado los respectivos planos de otros servicios para evitar posibles interferencias y riesgos de accidentes, en especial el de contactos eléctricos con líneas eléctricas subterráneas tanto de baja como alta tensión.

Además, es recomendable atender a las siguientes normas:

No tocar o intentar alterar la posición de ningún cable, en caso necesario se realizará con los medios adecuados.

Se procurará no tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el peso de la maquinaria o vehículos, así como posibles contactos accidentales por personal de obra y ajeno a la misma.

Si es necesario, utilizar detectores de campo capaces de indicarnos trazado y profundidad del conductor.

Informar a la Compañía propietaria inmediatamente, si un cable sufre daño. Conservar la calma y alejar a todas las personas para evitar riesgos que puedan ocasionar accidentes.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

Cuando durante la excavación se detecte la presencia de alguna canalización eléctrica, se proseguirá la excavación manualmente y con herramientas y utensilios aislantes (picos, palas, etc., con mangos de madera).

En caso de localizar conductores, valorar su mal estado o falta de aislamiento, comunicándolo a la compañía suministradora para su posible desconexión.

Para trabajar en las inmediaciones de instalaciones con conductores en tensión y siempre que se pueda se dejará una distancia de seguridad de 1 m como mínimo. Si esto no es posible se tomarán medidas de seguridad especiales tales como por ejemplo interponer entre los conductores y el trabajador barreras o algún elemento aislante.

### 3.2.3.2. Interacción con líneas eléctricas aéreas

Cuando se trabaje en proximidades de líneas eléctricas aéreas, se deberán tomar precauciones específicas, a fin de evitar el contacto directo.

Informar a todo el personal de la proximidad de los puntos de tensión.

Las distancias que se deben respetar respecto a los puntos de la instalación en tensión son:

0,4 m en instalaciones de B.T.

3 m en instalaciones entre 1 y 66 kV.

5 m en instalaciones entre 66 excluido y 220 kV.

7 m en instalaciones de 380 kV.

Cuando una grúa, camión o cualquier otra máquina móvil pueda entrar en contacto con una línea eléctrica aérea no se realizará ninguna maniobra hasta que se contacte con la compañía eléctrica y de común acuerdo se adopten las precauciones.

#### Recomendaciones en caso de accidente

##### **Caída de línea**

Se debe prohibir el acceso del personal a la zona de peligro, hasta que un especialista compruebe que están sin tensión.

No se deben tocar a las personas en contacto con una línea eléctrica.

Salir de la zona de peligro con pasos cortos o permanecer inmóvil si no es imprescindible abandonar la zona.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### Accidentes con máquinas

En caso de contacto de una maquinaria con una línea eléctrica se observarán las siguientes recomendaciones:

El conductor conservará la calma. En su puesto de mando o en la cabina el riesgo de electrocución es mínimo.

No se tocará la máquina. El conductor intentará retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.

El conductor advertirá a las personas que allí se encuentren de que no deben tocar la máquina.

No descenderá de la máquina hasta que ésta se encuentre a una distancia segura de la línea. Si desciende antes, el conductor está expuesto a electrocutarse si toca al mismo tiempo la máquina y el suelo.

Si no es posible retirar la máquina, una vez avisada la compañía suministradora, habrá que valorar la situación y si es necesario que el conductor descienda se tendrá en cuenta que no debe de hacerlo tocando al unísono la máquina y el suelo, si salta, lo hará lo más lejos posible de la máquina, sin tocar ésta.

Suministrar, si es necesario, equipos de protección individual.

### 3.2.4. Soldadura

En general se tendrá en cuenta lo siguiente:

No deben realizarse trabajos de soldadura o corte en locales que contengan materias inflamables o donde exista riesgo de explosión.

Cuando se realicen trabajos de soldadura o corte se debe emplear equipo de protección consistente en:

Gafas o pantalla de protección facial adecuadas al corte o al tipo de soldadura específico.

Guantes de cuero.

Delantal de cuero.

Polainas y calzado apropiado.

El ayudante del soldador llevará también las mismas protecciones.

No se deben cortar o soldar piezas apoyadas sobre suelos de piedra, hormigón madera, plástico o alquitrán sin aislarlas convenientemente de esos soportes.

### En soldaduras autógenas u oxiacetilénicas:

Las botellas de gases comprimidos o disueltos se almacenarán en locales especiales para ellas.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

Las botellas de gases se colocarán y fijarán para mantenerlas siempre en posición vertical, y tendrán colocado el capuchón mientras no sean utilizadas. Para el transporte de las de oxicorte se utilizará siempre un carro porta-botellas.

Las fugas de gas en manguera o valvulería se buscarán siempre con agua jabonosa y jamás mediante una llama

Después de una parada larga o en el inicio del trabajo se cuidará de purgar bien las conducciones y el soporte antes de aplicar la llama.

Las botellas de gases no se deben vaciar por completo para evitar la posible entrada de aire. Una vez agotadas, se guardarán cuidando que no se confundan con las que están todavía llenas.

No se utilizará nunca aire ni oxígeno comprimidos para desempolvar o limpiar ropa u otros objetos ni, mucho menos aún, se dirigirán contra la piel desnuda.

Ante una fuga o incendio fortuito en el equipo de soldadura, antes de intentar sofocarlo, se procederá a cerrar rápidamente las válvulas de alimentación.

Al efectuar operaciones de soldadura u oxicorte en el interior de recipientes, nunca se introducirán las botellas de gases en dichos recintos.

Evite que se golpeen las botellas o que puedan caer desde altura.

Se utilizarán los equipos de protección individual adecuados a esta actividad y método de soldadura.

No incline las botellas de acetileno para agotarlas.

No utilice las botellas de oxígeno tumbadas, es peligroso si caen o ruedan de forma descontrolada.

Antes de encender el mechero, compruebe que están instaladas las válvulas antirretroceso.

No abandone el carro portabotellas si debe ausentarse, cierre el paso de gas y llévelo a un lugar seguro.

Utilice las herramientas adecuadas para abrir o cerrar el paso de gas.

No permita que haya fuego en el entorno de las botellas de gases licuados.

No deposite el mechero en el suelo, utilice un portamecheros.

No utilice mangueras de igual color para gases diferentes.

No utilice acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre; por poco que tenga, será suficiente para que se produzca una reacción química y se forme un compuesto explosivo (acetiluro de cobre).

Si debe desprender pinturas mediante mechero, utilice una mascarilla protectora con los filtros específicos químicos para los compuestos de la pintura que se va a quemar.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

Si debe soldar sobre elementos pintados, procure hacerlo al aire libre o que el local esté bien ventilado.

No fume cuando esté soldando o cortando, ni tampoco cuando manipule los mecheros o botellas.

### En soldaduras eléctricas:

En los trabajos de soldadura eléctrica, si la pantalla no es de doble mirilla, se utilizarán gafas en la limpieza de escoria y repasado del cordón de soldadura.

Antes de realizar el trabajo se comprobará el buen estado de cables, pinza porta-electrodos, protecciones eléctricas del transformador y equipo de protección personal.

El orden de conexión a los bornes del transformador será:

- Cables en el equipo de soldadura.
- Cable de puesta a tierra a la toma de tierra.
- Cable de masa a la masa (que estará conectada al elemento a soldar).
- Cables de alimentación a bornes del interruptor (que estará abierto).

### 3.2.5. Trabajos con productos químicos

Para trabajos en los que se utilicen productos químicos, se atenderán en todo momento las recomendaciones de seguridad que el fabricante recomienda en la ficha de seguridad del producto. Así mismo se utilizará los equipos de protección individual que sean necesarios en cada momento y para cada producto.

### 3.2.6. Climatología y medio ambiente

Para trabajos en altura, descendiendo o bien mediante la utilización de andamios se tendrá especial precaución con el viento. Cuando aparezcan vientos con velocidades superiores a 60 Km/h, se suspenderán los trabajos de elevación de cargas y los mencionados de trabajos en altura suspendidos, en descenso o mediante la utilización de andamios.

Para evitar las malas condiciones climáticas (frío, lluvia...), se recomienda la utilización de ropa de trabajo adecuada a cada condición climática.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### 3.2.7. Trabajos de albañilería

En caso de tener que hacer algún trabajo de albañilería en el interior de los edificios o viviendas se tendrán en cuenta:

Se tendrán en cuenta las recomendaciones de seguridad descritas en el apartado correspondiente de herramientas manuales y herramientas manuales eléctricas.

Se utilizarán los equipos de protección individual necesarios como calzado de seguridad, guantes de seguridad contra riesgos mecánicos, guantes de goma para evitar dermatitis en la manipulación de cemento u hormigón, cinturón de seguridad para trabajos en altura, etc.

Así mismo se tendrán en cuenta las recomendaciones descritas en el apartado de manipulación manual de cargas para el transporte de los elementos necesarios como ladrillos, material cerámico, etc.

Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjados si antes no se ha procedido a instalar una protección sólida contra posibles caídas al vacío.

### 3.2.8. Trabajos de alicatados

Para posibles trabajos de alicatados se recomienda entre otras cosas:

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en vía húmeda para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

Los tajos se limpiarán de recortes y desperdicios de pasta.

Los andamios sobre borriquetas tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a los 60 cm (3 tablonos trabados entre sí).

Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas para formar andamios, bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se prohíbe utilizar el uso de borriquetas en tribunas (balcones, terrazas, ventanas), sin protección contra las caídas desde alturas.

### 3.2.9. Trabajos de falsos techos

En la posible ejecución de falsos techos se tendrán en cuenta las recomendaciones establecidas para trabajos de alicatado o albañilería en cuanto a la utilización de borriquetas de trabajo, así mismo se tendrán también en cuenta las recomendaciones de seguridad en el manejo de escaleras manuales descritas en el apartado de trabajos en altura.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

Se considerarán las recomendaciones de seguridad en el manejo manual de cargas para el transporte y manipulación de los sacos o planchas de escayola, así como en las posturas de colocación de dichas planchas con sujeción de cargas por encima de los hombros.

Se utilizarán los equipos de protección adecuados y descritos anteriormente y haciendo especial mención a los guantes de goma para manipulación de la escayola o gafas de seguridad para evitar posibles gotas también de la escayola.

### 3.2.10. Trabajos de pintura y barnizado

En caso de ser necesario pintar o barnizar se tendrá en cuenta entre otros:

En cuanto a la utilización de escaleras portátiles se tendrán en cuenta las recomendaciones descritas en el apartado de trabajos en altura.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se evitará la formación de atmósferas nocivas manteniéndose siempre ventilado el local que se está pintando.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a los puntos fuertes de los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad en las situaciones de riesgo de caída en altura.

Los andamios para pintar tendrán una superficie de trabajo de una anchura mínima de 60 cm (tres tabloncillos trabados), para evitar los accidentes por trabajos realizados sobre superficies inseguras.

Se prohíbe la formación de andamios a base de un tablón apoyado en los peldaños de dos escaleras de mano, tanto de los de apoyo libre como de las de tijera, para evitar el riesgo de caída a distinto nivel.

Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.

Se prohíbe la utilización de escaleras de mano en balcones, terrazas, etc... sin previamente haber adoptado las medidas de seguridad necesarias para trabajos en altura con riesgo de caída a distinto nivel.

Las operaciones de lijados, mediante lijadora eléctrica de mano, se ejecutarán siempre bajo ventilación por "corriente de aire", para evitar el riesgo de respirar polvo en suspensión.

El vertido de pigmentos en el soporte (acuoso o disolvente) se realizará desde la menor altura posible, para evitar salpicaduras y formación de atmósferas pulvúgenas.

Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o incendio.

### 3.3. Precauciones en el uso de maquinaria y equipos de trabajo

#### 3.3.1. Compresor

Se procurará que los compresores a utilizar sean de los llamados “silenciosos” en la intención de disminuir la contaminación acústica.

Las carcasas protectoras de los compresores a utilizar estarán siempre instaladas en posición de cerradas, en prevención de posibles atrapamientos y ruidos.

Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.

Las mangueras a utilizar estarán siempre en perfectas condiciones de uso; es decir, sin grietas o desgastes para evitar un reventón.

Los mecanismos de conexión o de empalme, estarán recibidos a las mangueras mediante racores adecuados.

Las mangueras de presión se mantendrán elevadas o protegidas en los cruces de los caminos.

#### 3.3.2. Radial

Se deberá controlar el calentamiento excesivo y la rotura del útil.

El trabajador no quitará los resguardos de la radial cuando se opere con ella.

Se comprobará que las revoluciones de la radial con las del disco coinciden.

Se desecharán los discos con grietas u otros defectos superficiales.

Se utilizarán los equipos de protección individual necesarios.

Los soldadores que además amolen las piezas dispondrán de careta de soldadura y gafas de protección contra partículas cuando amolen.

Los trabajadores que apoyen el trabajo dispondrán también de equipos de protección individual necesarios.

Se utilizará protección auditiva cuando se superen los 85 dBA y es muy recomendable cuando los valores estén próximos a esta medida.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

### 3.3.3. Herramientas manuales

Las herramientas manuales se usarán tan solo para su fin específico.

Cada usuario comprobará el buen estado de las herramientas antes de su uso y será responsable de la conservación tanto de las a él encomendadas como de las que utilice de modo ocasional.

Los mangos de las herramientas deberán estar firmemente sujetos a las mismas. Se pondrá especial atención al respecto, en martillos, “mallos” y mazas.

Las herramientas de corte se mantendrán afiladas y con la hoja protegida con fundas adecuadas.

En el afilado de herramientas de corte se evitarán los sobrecalentamientos que puedan producir el destemplado de la hoja.

Cuando se usen cortafríos, punteros o “parpalinas” se hará sujetándolas con pinzas, terrazas, empleando protectores de goma en los mismos, o bien con las manos protegidas por guantes.

Preferentemente se usarán llaves fijas o de estrella en lugar de llaves ajustables.

No se emplearán tubos o cualquier elemento para aumentar el brazo de palanca en llaves fijas o ajustables no concebidas para ello.

Los alicates se mantendrán limpios y con las mordazas afiladas. No se utilizarán para aflojar o apretar tuercas.

En el corte de los metales con sierra, se cuidará especialmente el inicio de éste para eliminar el peligro de deslizamiento. Durante la operación se evitarán los recalentamientos por exceso de velocidad y esfuerzo.

No se utilizarán gasolinas u otros hidrocarburos ligeros para la limpieza de piezas o herramientas.

Cualquier conexión o desconexión de una máquina neumática se realizará tras cortar el suministro de aire y descomprimirla.

Siempre que se trabaje con martillo neumático se llevarán gafas, guantes de cuero o lona-cuero y protectores auditivos.

Las herramientas manuales y las máquinas herramientas manuales cumplirán los que establecen el R.D. 1215/97 de equipos de trabajo y el R.D. 1644/2008 por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

### 3.3.4. Máquinas herramientas eléctricas

Las herramientas manuales y las máquinas herramientas manuales cumplirán los que establecen el R.D. 1215/97 de quipos de trabajo y el R.D. 1644/2008 por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Las máquinas herramientas eléctricas a utilizar estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.

Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones en la maquinaria accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc. se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.

El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante “montacorreas” (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para evitar el riesgo de atrapamiento.

Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de malla metálica, que, permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.

La colocación de letreros con leyenda de “máquina averiada”, máquina fuera de servicio”, etc., será instalada y retirada por la misma persona.

Las máquinas-herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las máquinas-herramienta a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes.

En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.

Las herramientas accionadas mediante compresor se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 m; (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico.

Las herramientas accionadas mediante compresor estarán dotadas de camisas insonorizadas, para disminuir el nivel acústico.

Se prohíbe la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o con ventilación insuficiente, para prevenir el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas tóxicas.

Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N°  <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO  <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte (o talador) abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.

Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anti-contactos eléctricos.

Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas-herramientas, se instalarán de forma aérea. Se señalarán mediante cuerda de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riesgos de tropiezo (o corte del circuito de presión).

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

### Grupos electrógenos, compresores y bombas extractoras de agua

Cuando se hayan de emplear equipos como grupos electrógenos, compresores y bombas extractoras de agua en trabajos cercanos a lugares donde exista una fuga de gas, éstos se situarán a la mayor distancia posible y así evitar el riesgo de inflamación por dichos equipos.

Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o con ventilación insuficiente, para prevenir el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas tóxicas.

El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante “montacorreas” (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para evitar el riesgo de atrapamiento.

Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de malla metálica, que, permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.

Las herramientas accionadas mediante compresor estarán dotadas de camisas insonorizadas, para disminuir el nivel acústico.

Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas herramientas, se instalarán de forma aérea. Se señalarán mediante cuerda de bandoleras, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riesgos de tropiezo (o corte del circuito de presión).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM. Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUEZ. Para comprobar su validez: <https://www.cojim.es/Verificacion>. Cód. Ver.: 77375653.

Desarrollado por:



El Ingeniero Industrial  
 José Ramón Álvarez Enríquez  
 Madrid abril 2025  
 Colegiado Nº 8379

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

#### 4. Capítulo IV. Presupuesto de seguridad y salud

##### 4.1. Capítulo 01 – Protecciones individuales

### PRESUPUESTO Y MEDICIONES PROYECTO DE HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

Cód.	Descripción	Cant.	P. Unit.	Importe
<b>CAPÍTULO 01 PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>				
1.1	<b>Ud Casco seguridad</b> Suministro, señalización, nota de entrega y entrega de casco homologado (Norma MT-1), para todos los trabajadores.	15 u	20,00 €	300,00 €
1.2	<b>Ud Pantalla seguridad máq. corte</b> Suministro y puesta en obra de pantalla de seguridad para protección de partículas, incluido en máquina de corte. (Se medirá unidad suministrada).	2 u	10,00 €	20,00 €
1.3	<b>Ud Pantalla soldadura</b> Suministro, señalización, nota de entrega y entrega de pantalla soldadura de protección manual (Norma MT-1).	5 u	15,60 €	78,00 €
1.4	<b>Ud Gafas antiproyecciones</b> Suministro, señalización, nota de entrega y entrega de gafas antiproyecciones homologadas (Norma MT-1).	15 u	15,00 €	225,00 €
1.5	<b>Ud Mascarilla antipartículas</b> Suministro, señalización, nota de entrega y entrega de mascarilla antipartículas con filtro recambiable.	15 u	20,00 €	300,00 €
1.6	<b>Ud Recambio filtro</b> Suministro, señalización, nota de entrega y entrega de recambio de filtro de mascarilla.	40 u	2,00 €	80,00 €

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.ccoim.es/verificacion>. Cód. Ver: 77375653.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES  
PROYECTO DE HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW**

Cód.	Descripción	Cant.	P. Unit.	Importe
<b>1.7</b>	<b>Ud Protectores auditivos</b> Suministro y puesta en obra de protectores auditivos con casquetes ajustables, uso optativo con o sin casco de seguridad, homologados según N.T.E.. (Se medirá unidad suministrada).	15 u	15,00 €	225,00 €
<b>1.8</b>	<b>Ud Cinturón antilumbago</b> Suministro y puesta en obra de cinturón antilumbago y antivibratorio homologado, amortizable en 4 usos.	15 u	10,00 €	150,00 €
<b>1.9</b>	<b>Ud Cinturón con arnés</b> Suministro y puesta en obra de cinturón de seguridad para caídas, con arnés y cinchas de fibra de poliéster, con anillas de acero estampado con resistencia a tracción superior a 115 kg/mm2, hebillas con mordientes de acero troquelado, cuerda de longitud opcional y mosquetón de acero estampado, homologado según NTR, amortizable en 5 usos.	15 u	20,00 €	300,00 €
<b>1.10</b>	<b>Ud Faja antivibratoria</b> Suministro, señalización, nota de entrega y entrega de faja antivibratoria homologada.	15 u	35,00 €	525,00 €
<b>1.11</b>	<b>Ud Faja elástica sobreesfuerzos</b> Suministro y puesta en obra de faja elástica para protección de sobreesfuerzos,homologada.(Se medirá unidad suministrada).	15 u	22,00 €	330,00 €
<b>1.12</b>	<b>Ud Chaleco reflectante</b> Suministro y puesta en obra de chaleco reflectante. (Se medirá unidad suministrada).	15 u	5,50 €	82,50 €

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>. Cód.Ver: 77375653.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES  
PROYECTO DE HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW**

Cód.	Descripción	Cant.	P. Unit.	Importe
<b>1.13</b>	<b>Ud Par de guantes goma reforzada</b> Suministro y puesta en obra de par de guantes de goma reforzada, para protección de carga y descarga de materiales abrasivos, fabricado en nitrilo vinilo, con refuerzos en dedos pulgares. (Se medirá pares suministrados).	30 u	2,00 €	60,00 €
<b>1.14</b>	<b>Ud Par de guantes soldador</b> Suministro y puesta en obra de par de guantes de cuero para soldar, homologado. (Se medirá pares suministrados)	5 u	5,00 €	25,00 €
<b>1.15</b>	<b>Ud Protectores de manos</b> Suministro y puesta en obra de par de guantes de cuero para soldar, homologado. (Se medirá pares suministrados)	5 u	5,00 €	25,00 €
<b>1.16</b>	<b>Ud Botas de trabajo.</b> Pares de botas de seguridad homologadas	15 u	40,00 €	600,00 €
<b>1.17</b>	<b>Ud Guantes cuero</b> Suministro, señalización, nota de entrega y entrega de guantes de cuero para carga y descarga, con dorso de loneta.	15 u	5,00 €	75,00 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>				<b>3.400,50 €</b>

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUÉZ. Para comprobar su validez: <https://www.ccoim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 77375653.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

#### 4.2. Capítulo 02 – Protecciones colectivas

### PRESUPUESTO Y MEDICIONES PROYECTO DE HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 1295 KW

Cód.	Descripción	Cant.	P. Unit.	Importe
<b>CAPÍTULO 02 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				
<b>2.1</b>	<b>Ud Valla obra/malla</b>			
	<p>Suministro, puesta en obra y colocación de cierre de parcela, con cierre de finca BEKAERT, en malla de hueco rectangular 10x20 cm construido con redondo de acero rilsanizado y plegada en V longitudinalmente, pies cada 2.50 m como máximo, apoyos de sujeción de hormigón armado, completo. Para una altura total de 2.00 m de malla compuesta. Se incluirá en el precio la puerta peatonal y de vehículos. Si el vallado da a una zona habitada, este tramo se ejecutará con madera ciega para impedir la visión. (Se medirá la superficie realizada correctamente). Se valora esta partida, suponiendo que solamente se va a vallar la mitad de la obra y cuando se termine ésta, se desmonta y se coloca en su nueva ubicación y cuando termine esta segunda fase se desmonta el conjunto definitivamente.</p>			
		1 u	3.000,00 €	3.000,00 €
<b>2.2</b>	<b>Ud Señalización exteriores</b>			
	<p>Suministro, puesta en obra y colocación de señalización exterior, con las siguientes indicaciones: 1 señal de salida de vehículos, 1 señal de uso obligatorio de casco, 1 señal de prohibida la entrada a personas ajenas, 2 señales indicando zona de obras, 2 señales de limitación de velocidad, 2 señales indicando zona de trabajo máquinas, siendo parte de ellas recuperables. (Se medirá unidad colocada correctamente).</p>			
		15 u	25,00 €	375,00 €
<b>2.3</b>	<b>Ud Protección e indicativos bases grúa.</b>			
	<p>Suministro y colocación de protecciones e indicativos del área protegida de la base de la grúa. Cartel señalizador y vallado metálico móvil.</p>			
		1 u	40,00 €	40,00 €

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 8379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUÉZ. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/Verificacion>. Cod.Ver: 77375653.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
<b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	<b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>

#### 2.4 Ud ml Cordón de balizamiento

Suministro y puesta en obra de cordón de balizamiento reflectante de plástico, pintado a dos colores rojo y blanco, incluidos soportes, colocación y desmontaje. (Se medirá longitud realizada).

1 u	300,00 €	300,00 €
-----	----------	----------

**TOTAL CAPÍTULO 02 PROTECCIONES COLECTIVAS**

**3.715 €**

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW

#### 4.3. Capítulo 03 – Extinción de incendios

### PRESUPUESTO Y MEDICIONES PROYECTO DE HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 1295 kW

Cód.	Descripción	Cant.	P. Unit.	Importe
<b>CAPÍTULO 03 EXTINCION DE INCENDIOS</b>				
3.1	<b>Ud Extintor polvo polivalent.50K</b>			
	Suministro, puesta en obra y colocación de extintor de polvo polivalente de 50 Kg con presión incorporada, del tipo ALCA o similar, incluso carro soporte con ruedas y manguera de 3 m de longitud, puesto en obra y colocado. (Se medirá unidad colocada).			
		3 u	65,50 €	196,50 €
3.2	<b>Ud Rótulos emergen. y señaliz.</b>			
	Suministro, puesta en obra y colocación de rótulos de emergencia y señalización de elementos de extinción de incendios de cualquier dimensión, realizados en plástico rígido, totalmente colocados, incluso tacos y tornillos de sujeción, colocados, según normativa vigente. (Se medirá unidad colocada correctamente).			
		5 u	3,00 €	15,00 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 03 EXTINCION DE INCENDIOS</b>				<b>211,50 €</b>

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

#### 4.4. Capítulo 04 – Instalación higiene y bienestar

### PRESUPUESTO Y MEDICIONES PROYECTO DE HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 1295 KW

Cód.	Descripción	Cant.	P. Unit.	Importe
<b>CAPÍTULO 04 INSTALACION HIGIENE Y BIENESTAR</b>				
4.1	<b>Ud Adaptación locales existentes</b>			
	Adaptación de locales existentes dentro de las instalaciones, consistiendo en arreglo de todo lo necesario para la instalación de todo el personal de obras, hasta que finalicen todas las obras.			
		1 u	650,30 €	650,30 €
	<b>TOTAL CAPÍTULO 04 INSTALACION HIGIENE Y BIENESTAR</b>			<b>650,30 €</b>

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

#### 4.5. Capítulo 05 – Medicina preventiva / Primeros auxilios

### PRESUPUESTO Y MEDICIONES PROYECTO DE HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 1295 KW

Cód.	Descripción	Cant.	P. Unit.	Importe
<b>CAPÍTULO 05 MEDICINA PREVENTIVA/PRIMEROS AUXILIOS</b>				
5.1	<b>Ud Botiquín</b>			
	Suministro, puesta en obra y colocación de dotación de botiquín de urgencia, completamente equipado e instalado en obra, con mínimos obligatorios. (Se medirá unidad colocada y completa).			
		1 u	300,00 €	300,00 €
	<b>TOTAL CAPÍTULO 05 MEDICINA PREVENTIVA/PRIMEROS AUXILIOS</b>			<b>300,00 €</b>

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

#### 4.6. Capítulo 06 – Formación / Reunión obligado cumplimiento

### PRESUPUESTO Y MEDICIONES PROYECTO DE HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 1295 KW

Cód.	Descripción	Cant.	P. Unit.	Importe
<b>CAPÍTULO 06 FORMACION/REUNION OBLIG.CUPLIM.</b>				
6.1	<b>Ud Salario personal seguridad</b>			
	Salario extraordinario del personal técnico especialista en información sobre seguridad y documentación de la misma. Comprende desde su inicio hasta su finalización y entrega de toda la documentación correspondiente.			
		1 u	600,00 €	600,00 €
	<b>TOTAL CAPÍTULO 06 FORMACION/REUNION OBLIG.CUPLIM</b>			<b>600,00 €</b>

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 kW</b>
---	---

#### 4.7. Presupuesto total de seguridad y salud

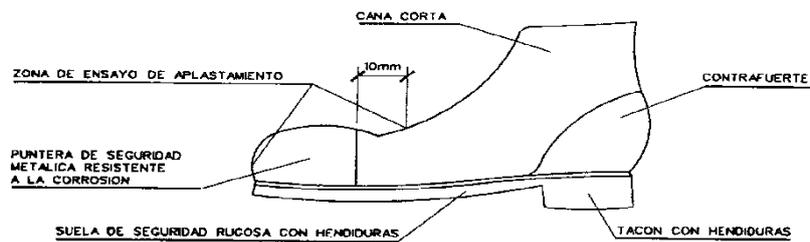
<b>Capítulo 01 – Protecciones individuales</b>	<b>3.400,50 €</b>
<b>Capítulo 02 – Protecciones colectivas</b>	<b>3.715 €</b>
<b>Capítulo 03 – Extinción de incendios</b>	<b>211,50 €</b>
<b>Capítulo 04 – Instalación higiene y bienestar</b>	<b>650,30 €</b>
<b>Capítulo 05 – Medicina preventiva / Primeros auxilios</b>	<b>300,00 €</b>
<b>Capítulo 06 – Formación / Reunión obligado cumplimiento</b>	<b>600,00 €</b>
<b>Total</b>	<b>8.877,30 €</b>

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

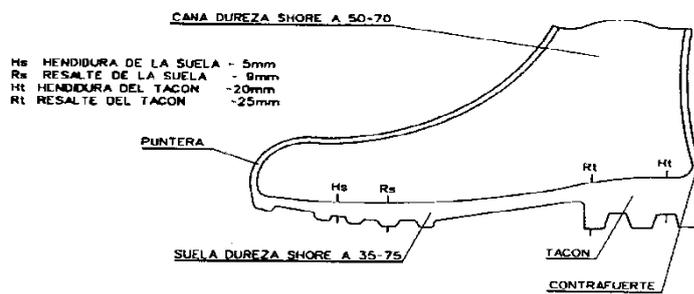
DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

## 5. Capítulo V. Planos

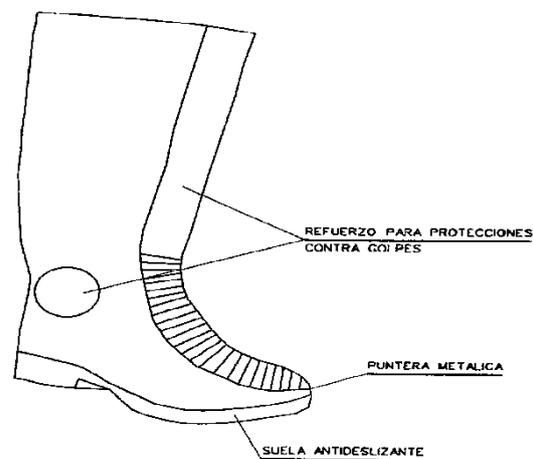
### Equipos de protección individual



**BOTA DE SEGURIDAD CLASE III**



**BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD**

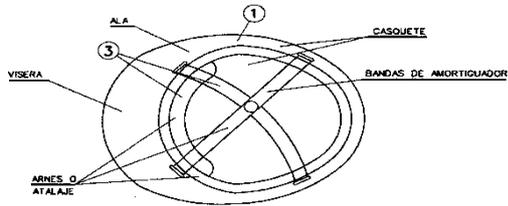
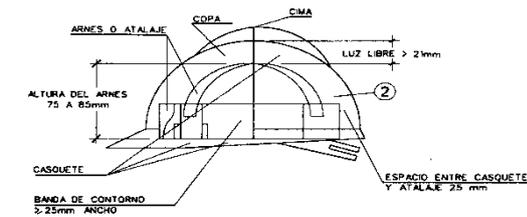


**BOTA GOMA SEGURIDAD ANTIDESLIZANTE**

Prep.	J.B.A
Rev.	G.A.D.P.
Apro.	J.R.A.E.
Rev.	0
Fecha	10/04/2025

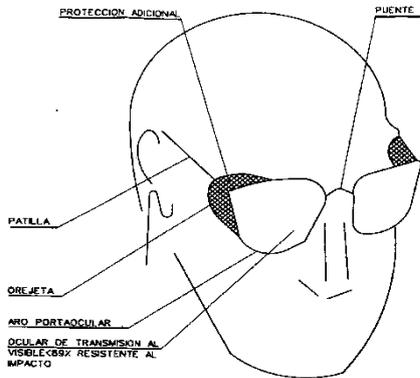
DOC Nº  
20250326\_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud

TÍTULO  
PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

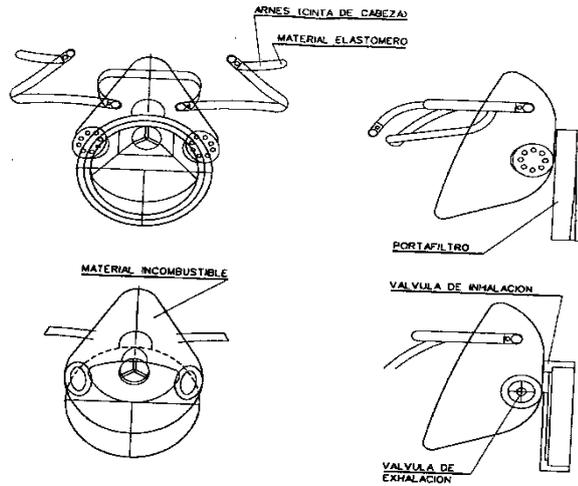
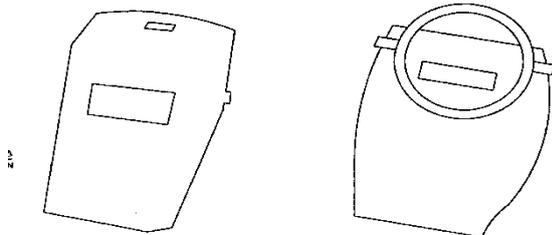


- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA.
- ② CLASE N AISLANTE A 1.000 Y CLASE E-AT AISLANTE A 25.000.
- ③ MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUOGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION.

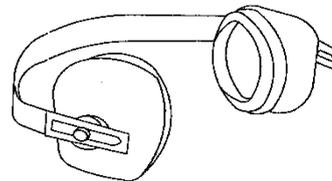
CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO



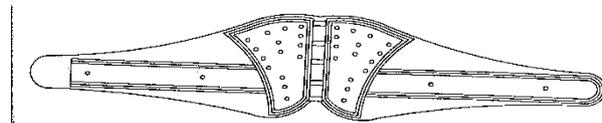
GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS



MASCARILLA ANTIPOLVO



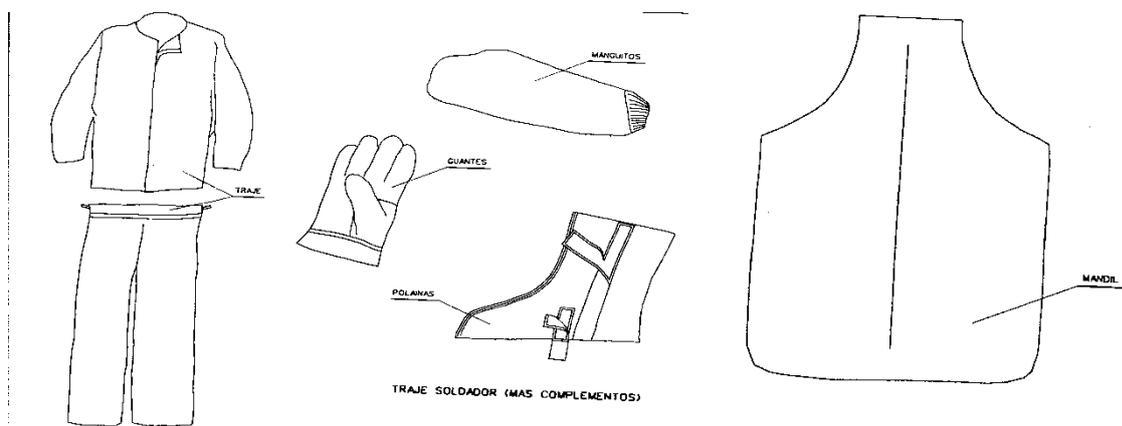
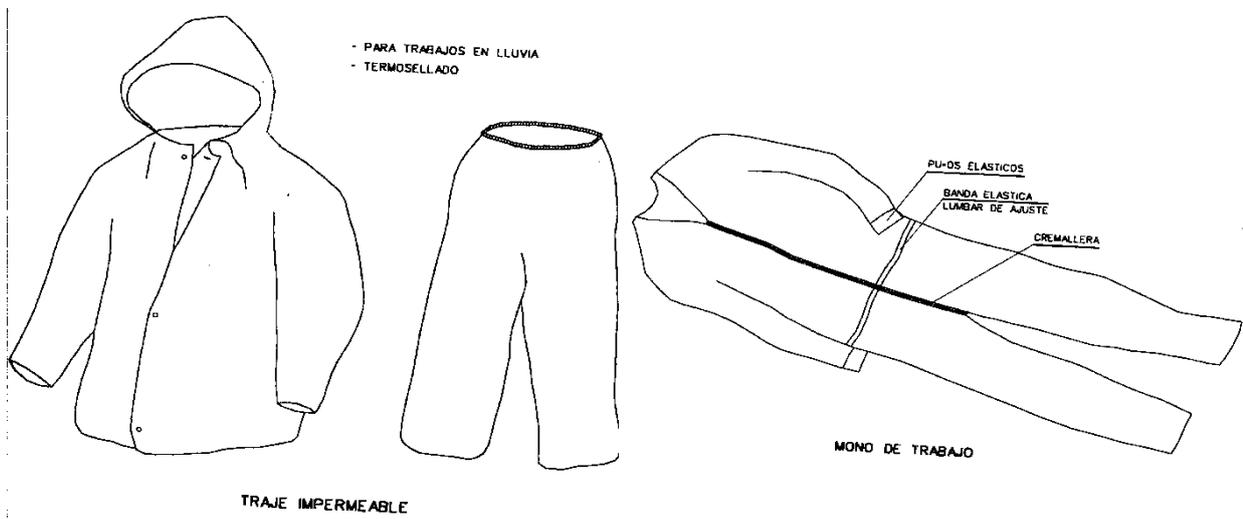
PROTECTOR AUDITIVO



FAJA ANTIVIBRATORIA

  	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

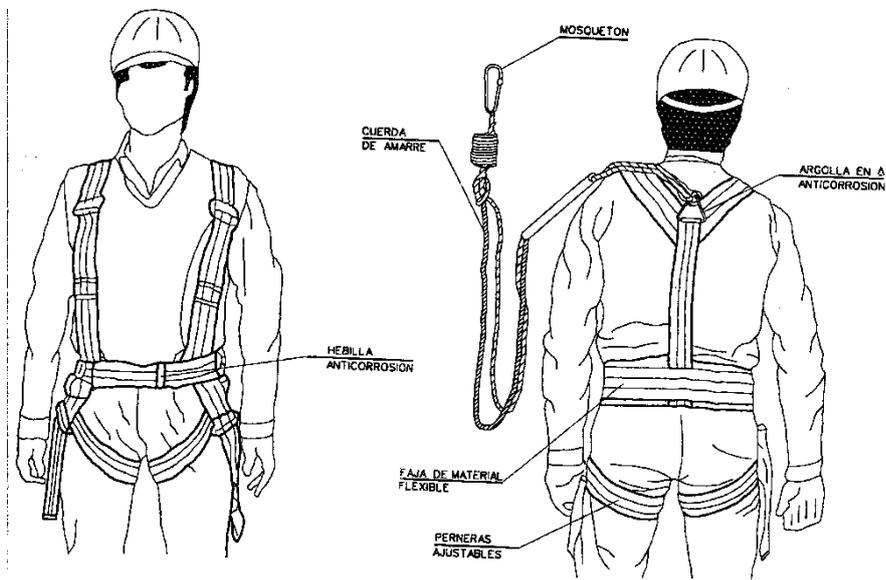
DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW



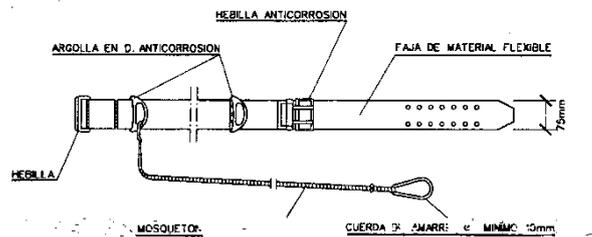
Prep.	J.B.A
Rev.	G.A.D.P.
Apro.	J.R.A.E.
Rev.	0
Fecha	10/04/2025

DOC Nº  
20250326\_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud

TÍTULO  
PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

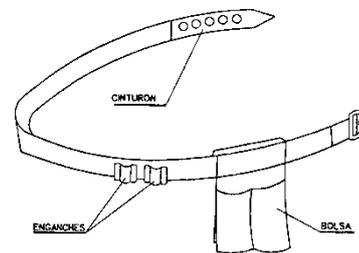


CINTURON DE SEGURIDAD CLASE C



ASO A. TIPO 2.

CINTURÓN DE SEGURIDAD C

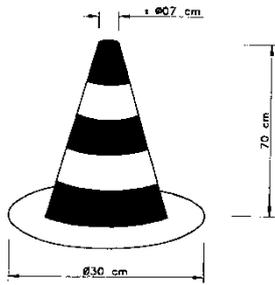


PORTAHERRAMIENTAS

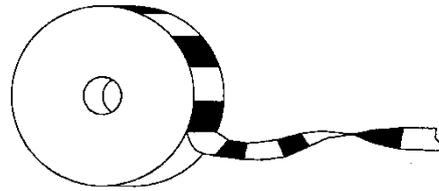
	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>		Prep.	J.B.A
			Rev.	G.A.D.P.
			Apro.	J.R.A.E.
			Rev.	0
			Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

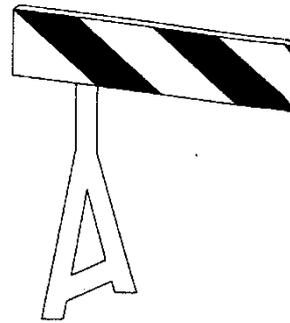
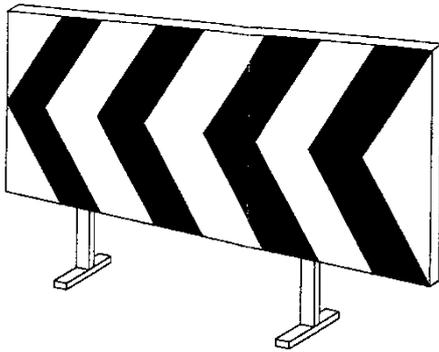
**Medios de protección. Sistemas de acotación**



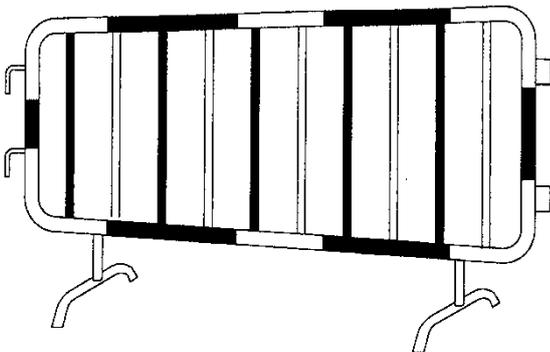
CONO BALIZAMIENTO



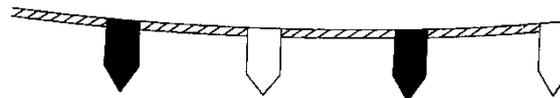
CINTA BALIZAMIENTO



VALLAS AUTONOMAS DE LIMITACION Y PROTECCION



VALLA DESVIO TRAFICO



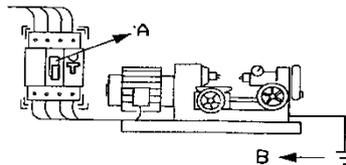
CORDON BALIZAMIENTO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. nº 202404415. Fecha Visado: 11/04/2025. Firmado Electrónicamente por el COIIM.  
 Nº Colegiado: 83379. Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA. Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/verificacion>. Cod.Ver: 773795653.

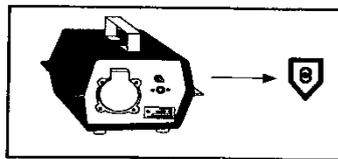
	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº	TÍTULO
20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud	PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

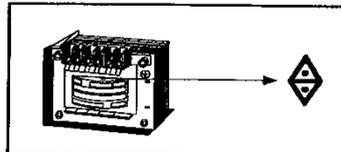
### Instalación eléctrica. Sistemas de protección



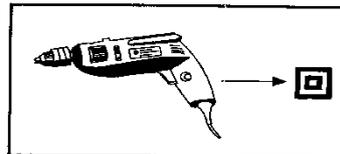
- A -EL INTERRUPTOR DIFERENCIAL LIMITA LA INTENSIDAD Y EL TIEMPO, DEL DEFECTO.
- B -LA PUESTA A TIERRA NOS LIMITA LA TENSION DE DEFECTO A VALORES DE SEGURIDAD.



- TENSION DE SEGURIDAD:
- CON PEQUEÑAS TENSIONES ES PRACTICAMENTE IMPOSIBLE CAUSAR DAÑO A LAS PERSONAS.



- TRANSFORMADOR SEPARADOR DE CIRCUITOS:
- NO EXISTE UNIÓN ELÉCTRICA ENTRE EL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN Y EL DE UTILIZACIÓN.



- DOBLE AISLAMIENTO:
- EL CONTACTO SOLO SE PRODUCE EN EL CASO DE FALLO DE LOS DOS AISLAMENTOS.

- NO MAMPULE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SI NO ESTÁ PREPARADO Y AUTORIZADO PARA ELLO.
- NO UTILICE AGUA PARA APAGAR FUEGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO.
- ANTE UNA PERSONA ELECTRIZADA NO LA TOQUE DIRECTAMENTE.

  	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

## Señales

### SEÑALES DE ADVERTENCIA



MATERIAS INFLAMABLES



MATERIAS EXPLOSIVAS



MATERIAS TÓXICAS



MATERIAS CORROSIVAS



CARGAS SUSPENDIDAS



RIESGO ELECTRICO



PELIGRO EN GENERAL



MATERIAS COMBURENTES



RIESGO DE TROPEZAR



CADA A DISTINTO NIVEL



MATERIAS NOCIVAS O IRRITANTES



OBRAS

### SEÑALES DE PROHIBICION



PROHIBIDO FUMAR



PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO



PROHIBIDO PASAR A LOS PLATONES



PROHIBIDO APAGAR CON AGUA



AGUA NO POTABLE



ENTRADA PROHIBIDA A PERSONAS NO AUTORIZADAS



PROHIBIDO A LOS VEHICULOS DE MANUTENCION



NO TOCAR

### SEÑALES INFORMATIVAS



PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA



PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA



PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO



PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS



PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES



PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS



PROTECCION OBLIGATORIA DEL CUERPO



PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CARA



PROTECCION INDIVIDUAL OBLIGATORIA CONTRA CAIDAS



VIA OBLIGATORIA PARA PEATONES

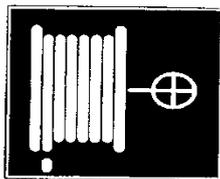


OBLIGACION GENERAL (ACOMPANADA SI PROCEDE, DE UNA SEÑAL ADICIONAL)

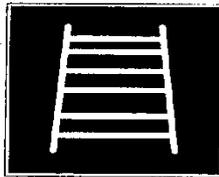
	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

**SEÑALES RELATIVAS  
A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS**



MANGUERA  
PARA INCENDIOS



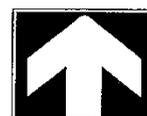
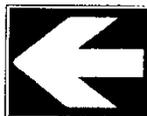
ESCALERA  
DE MANO



EXTINTOR

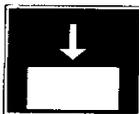
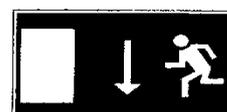
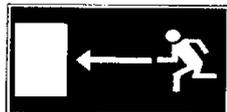


TELEFONO PARA LA LUCHA  
CONTRA INCENDIOS

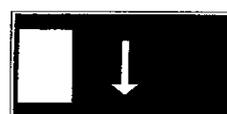


DIRECCION QUE DEBE SEGUIRSE  
(SEÑAL INDICATIVA ADICIONAL A LAS ANTERIORES)

**SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO**



VIA / SALIDA DE SOCORRO



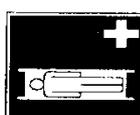
TELEFONO DE SALVAMENTO



DIRECCION QUE DEBE SEGUIRSE  
(SEÑAL INDICATIVA ADICIONAL A LOS SIGUIENTES)



PRIMEROS AUXILIOS



PRIMEROS AUXILIOS



PRIMEROS AUXILIOS



PRIMEROS AUXILIOS

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado, nº 202404415, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Nº Colegiado: 8379, Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA, Para comprobar su validez: <https://www.cojim.es/Verificacion>, Cod.Ver: 77375653.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

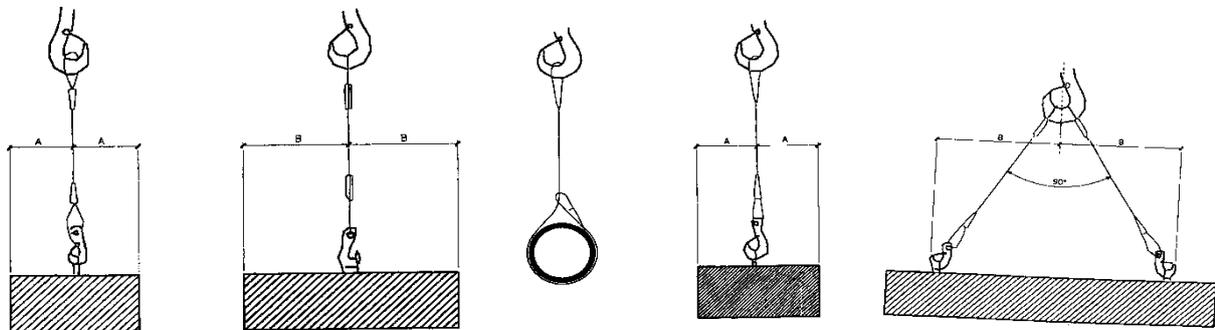
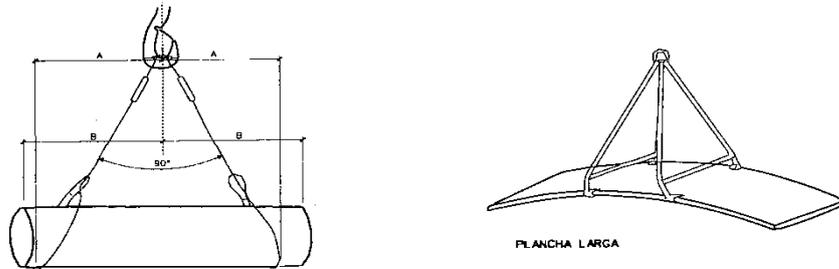
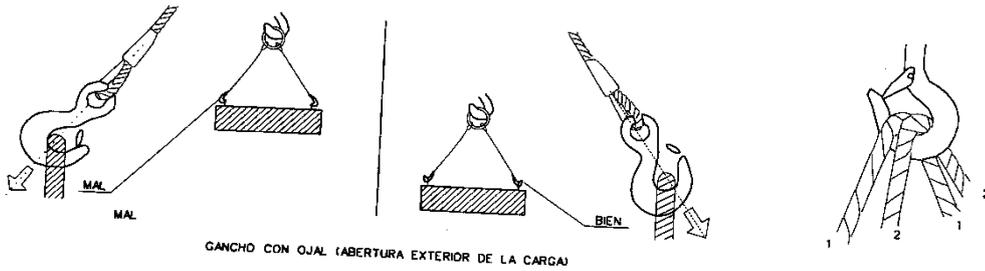
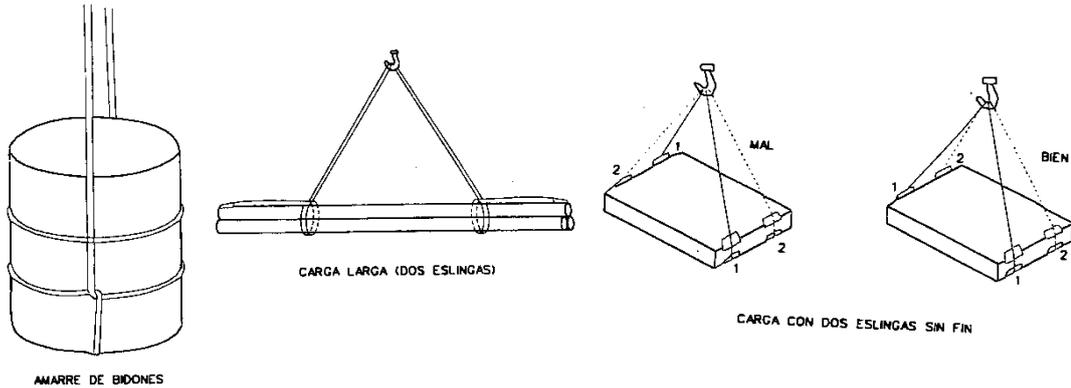
DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

ESPECIFICACIONES
<p><b>SEÑALES DE ADVERTENCIA</b></p> <p>FORMA TRIANGULAR. PICTOGRAMA NEGRO SOBRE FONDO AMARILLO (EL AMARILLO DEBERA CUBRIR COMO MINIMO EL 50% DE LA SUPERFICIE DE LA SEÑAL), BORDES NEGROS. COMO EXCEPCION, EL FONDO DE LA SEÑAL SOBRE "MATERIAS NOCIVAS O IRRITANTES" SERA DE COLOR NARANJA, EN LUGAR DE AMARILLO, PARA EVITAR CONFUSIONES CON OTRAS SEÑALES SIMILARES UTILIZADAS PARA LA REGULACION DEL TRAFICO POR CARRETERA.</p>
<p><b>SEÑALES DE PROHIBICION</b></p> <p>FORMA REDONDA. PICTOGRAMA NEGRO SOBRE FONDO BLANCO, BORDES Y BANDA /TRANSVERSAL DESCENDENTE DE IZQUIERDA A DERECHA ATRAVESANDO EL PICTOGRAMA A 45° RESPECTO A LA HORIZONTAL) ROJOS (EL ROJO DEBERA CUBRIR COMO MINIMO EL 35% DE LA SUPERFICIE DE LA SEÑAL).</p>
<p><b>SEÑALES DE OBLIGACION</b></p> <p>FORMA REDONDA. PICTOGRAMA BLANCO SOBRE FONDO AZUL (EL AZUL DEBERA CUBRIR COMO MINIMO EL 50% DE LA SUPERFICIE DE LA SEÑAL).</p>
<p><b>SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS</b></p> <p>FORMA RECTANGULAR O CUADRADO. PICTOGRAMA BLANCO SOBRE FONDO ROJO (EL ROJO DEBERA CUBRIR COMO MINIMO EL 50% DE LA SUPERFICIE DE LA SEÑAL).</p>
<p><b>SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO</b></p> <p>FORMA RECTANGULAR O CUADRADA. PICTOGRAMA BLANCO SOBRE FONDO VERDE (EL VERDE DEBERA CUBRIR COMO MINIMO EL 50% DE LA SUPERFICIE DE LA SEÑAL).</p>

DOC Nº  
20250326\_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud

TÍTULO  
PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW

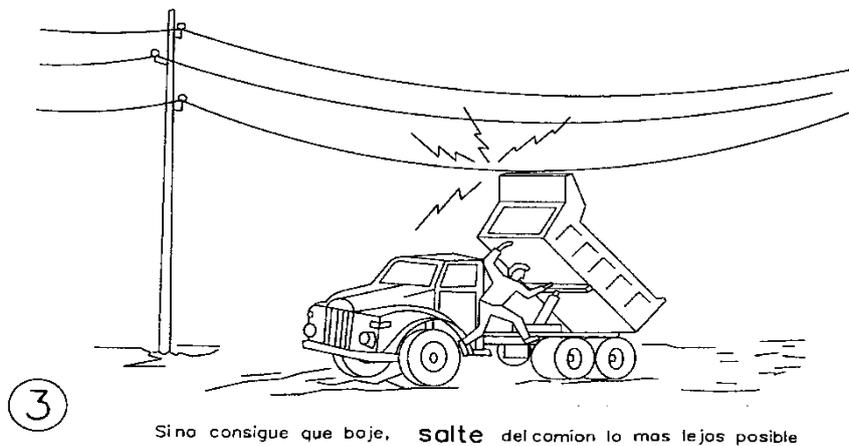
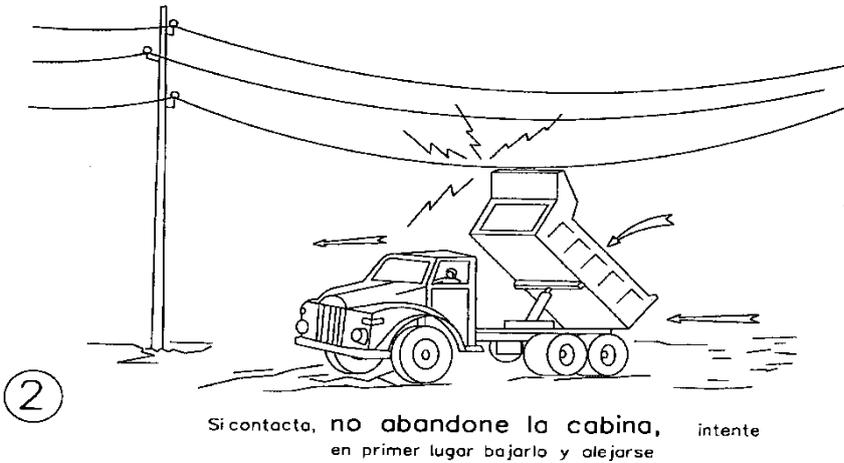
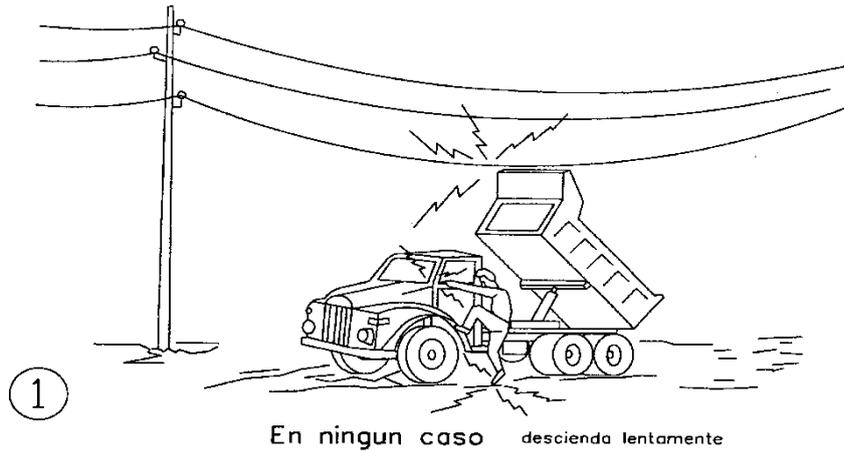
Sustentación de cargas



	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

DOC N° <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

**Maquinaria y contactos con líneas eléctricas**

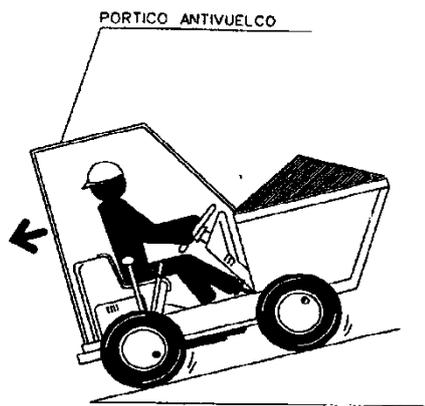


Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid, Visado: nº 202404415, Fecha Visado: 11/04/2025, Firmado Electrónicamente por el COIIM, Nº Colegiado: 8379, Colegiado: JOSE RAMON ALVAREZ ENRIQUETA, Para comprobar su validez: <https://www.coiim.es/Verificacion>, Cod.Ver: 77375653.

	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	Prep.	J.B.A
		Rev.	G.A.D.P.
		Apro.	J.R.A.E.
		Rev.	0
		Fecha	10/04/2025

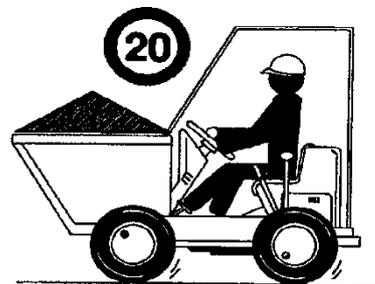
DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

## Maquinaria

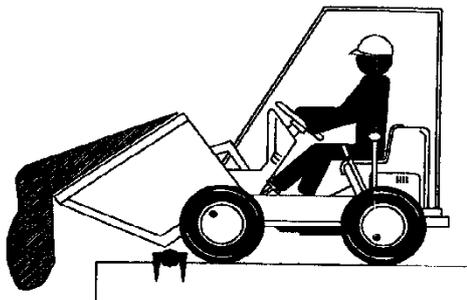


- CON EL VEHICULO CARGADO LAS RAMPAS DEBEN BAJARSE MARCHA ATRAS.

### DUMPER



- NO SE DEBE CICULAR A MAS DE 20 Km/h. LA CONDUCCION SE HARA DE FORMA PRUDENTE.



- COLOCAR TOPE DE FIN DE RECORRIDO PARA VERTER MATERIALES.



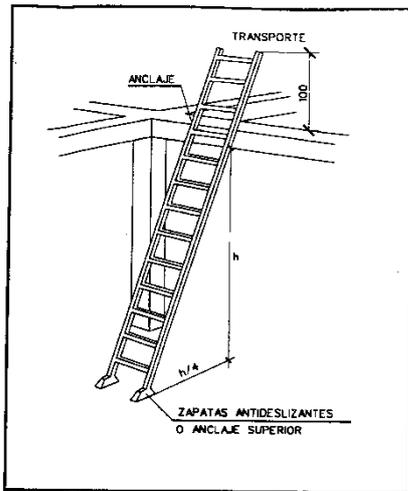
- EN NINGUN CASO SE SUPERARA LA CARGA MAXIMA. SE DISPONDRA LA CARGA DE MANERA QUE GARANTICE LA ESTABILIDAD DEL DUMPER.
- LA CARGA NUNCA DIFICULTARA LA VISIBILIDAD DEL CONDUCTOR.

- EL MANEJO DEL DUMPER SOLO LO REALIZARA PERSONAL AUTORIZADO.
- EL CONDUCTOR DEBERA UTILIZAR CINTURON ANTIVIBRATORIO.
- PARA CICULAR POR VIAS PUBLICAS ESTARAN PROVISTOS DE LUCES Y DISPOSITIVOS DE AVISO ACUSTICO.
- ESTA ABSOLUTAMENTE PROHIBIDO EL TRANSPORTE DE PERSONAL.

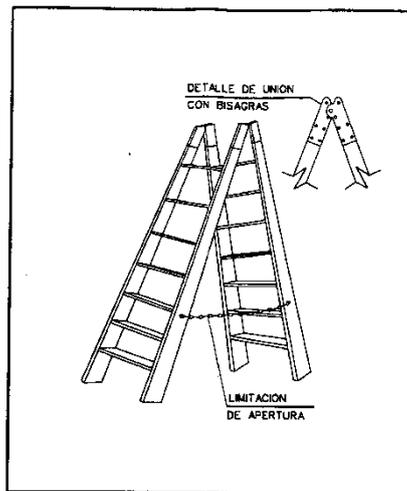
	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>		Prep.	J.B.A
			Rev.	G.A.D.P.
			Apro.	J.R.A.E.
			Rev.	0
			Fecha	10/04/2025

DOC Nº <b>20250326_SMPFV – ES - Estudio de Seguridad y Salud</b>	TÍTULO <b>PROYECTO EJECUTIVO AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN. HIBRIDACIÓN COGENERACIÓN CON PLANTA FOTOVOLTAICA DE 2.250 KW</b>
---	---

## Escaleras



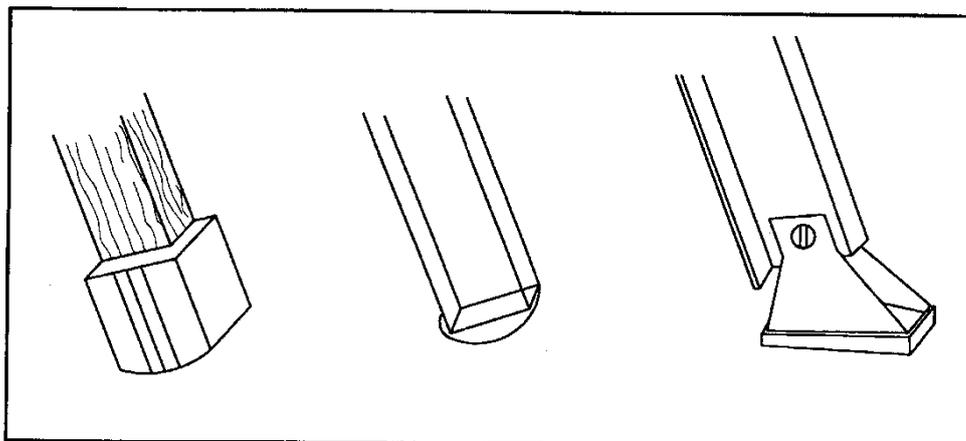
ESCALERA METALICA



ESCALERA DE TIJERA

### ESCALERAS DE MANO

- ESTARAN PROVISTAS DE ZAPATAS U OTR SISTEMAS PARA EVITAR DESLIZAMIENTOS.
- SOLO SUPERARAN ALTURAS DE HASTA 5 (HASTA 7 m. CON REFUERZOS ESPECIALES EN SU ZONA CENTRAL).
- SUBIR Y BAJAR DE FRENTE A LA ESCALA
- NO LLEVAR CARGAS SUPERIORES A 25 KG
- COLOCAR LA ESCALERA CON LA INCLINAC ADECUADA.
- SOBREPASARA EN 1 m. LOS PUNTOS SUPERIORES DE APOYO.



ZAPATAS ANTIDESLIZANTES PARA ESCALERAS