PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100 kW PARA AUTOCONSUMO EN LA ESCUELA PÚBLICA ELORTZA DE URDULIZ

AYUNTAMIENTO DE URDULIZ

PL ELORTZA, 1

48610 URDULIZ (BIZKAIA)

GARCIA MADARIAGA KOLDO - 16082588E

Firmado digitalmente por GARCIA MADARIAGA KOLDO - 16082588E
Fecha: 2025.11.13 09:31:36 +01'00'

Koldo García Madariaga
NAFARKOOP ENERGIA S. COOP. S.
GRUPO GOIENER
<proiektuak@nafarkoop.eus>
Teléfonos: 946 94 60 20

ÍNDICE

1 DOCUMENTO: MEMORIA 3
2 DOCUMENTO: CÁLCULOS 35
3 DOCUMENTO: PLANOS 53
4 DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES 59
5 DOCUMENTO: PRESUPUESTO 79
6 DOCUMENTO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 84
7 DOCUMENTO: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS 122
8 DOCUMENTO: ESTIMACIÓN DE EMISIONES 140
9 DOCUMENTO: CONCLUSIÓN 143
10 ANEXOS 145

1 DOCUMENTO: MEMORIA

ÍNDICE DOCUMENTO 1: MEMORIA

1 DOCUMENTO: MEMORIA 3
1.1 ANTECEDENTES 5
1.2 OBJETO 5
1.3 ALCANCE 6
1.4 MANDATO Y PROPIEDAD 6
1.5 UBICACIÓN 6
1.6 DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO ACTUAL 8
1.7 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO 10
1.7.1 Generador fotovoltaico 10
1.7.2 Estructura coplanar de aluminio 11
1.7.3 Inversor fotovoltaico 13
1.7.3.1 Medidas del inversor 15
1.7.3.2 Conexiones del inversor 15
1.7.4 Monitorización de la instalación Fv 16
1.7.5 Protecciones de la instalación Fv 16
1.7.6 Puesta a tierra de la instalación fotovoltaica 18
1.7.6.1 Introducción 18
1.7.6.2 Consideraciones 18
1.7.6.3 PUESTA A TIERRA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO 18
1.7.6.4 Puesta a tierra de inversores y protecciones 18
1.7.7 Conexión a la red de baja tensión 19
1.7.7.1 Ubicación del inversor 19
1.7.7.1 Planteamiento de la conexión eléctrica escolar 23
1.7.7.2 Condiciones de medición según RD 244/2019 27
1.8 NORMATIVA LEGAL 28
1.9 SOMBRAS Y DISTANCIAS MÍNIMAS 29
1.10 PROTECCIONES DE INSTALACIÓN FV 30
1.10.1 Riesgos eléctricos de una instalación FV 30
1.10.2 Protección de las personas 31
1.10.3 Sistemas de seguridad adoptados 32
1.11 RESUMEN DEL PRESUPUESTO 34

1.1 ANTECEDENTES

AYUNTAMIENTO DE URDULIZ, con CIF **P4810300F** y propietario de la instalación, se ha puesto en contacto con **Nafarkoop Energia, Sociedad Cooperativa de Iniciativa Social** para la realización de una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo.

Se ha redactado el presente documento para dar cumplimiento a lo establecido en el REBT en relación a la puesta en marcha de este tipo de instalaciones según el R.D. 842/2002 y a lo dispuesto en el R.D. 244/2019.

El presente documento ha sido redactado por el Ingeniero Técnico Industrial Koldo García Madariaga (colegiado n.º 9264), en nombre de **Nafarkoop Energia, Sociedad Cooperativa de Iniciativa Social** y sito en Kale berria 111, 31001 Pamplona.

1.2 OBJETO

El objetivo de este proyecto es diseñar y realizar una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo compartido mediante la inyección de excedentes para autoconsumo inmediato de la energía eléctrica generada.

La instalación solar fotovoltaica de autoconsumo conectada a la red que se desea realizar tendrá una potencia total instalada en los módulos de 125,40 kWp y una potencia nominal de 100 kW.

La modalidad establecida por el reciente Real Decreto 244/2019[1] para esta instalación será **autoconsumo compartido, cercano a la red interior de uno de los consumidores, con excedentes y adaptado a la compensación**.

Autoconsumo COLECTIVO **Varios consumidores asociados**	Instalación PRÓXIMA en RED INTERIOR Conexión Red interior.	CON excedentes ACOGIDA a compensación Fuente renovable. Potencia de producción ≤ 100kW. Si aplica, contrato único consumo-auxiliares. Contrato de compensación No hay otro régimen retributivo.	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR Titular de la instalación TITULAR INSTALACIÓN El inscrito en el registro de autoconsumo PROPIETARIO Puede ser diferente

Tabla 1: Modalidad de autoconsumo según RD 244/2019

En este caso, el titular de la instalación solar fotovoltaica (productor) y los autoconsumidores tendrán las mismas figuras jurídicas:

Productor: …….....URDULIZKO UDALA (P4810300F)
Consumidores: .....Urdulizko udalaren hornidura elektrikoak

Se describirán las partes principales de la instalación fotovoltaica de autoconsumo: Cumplirán lo dispuesto en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Todos los consumidores que componen la instalación de autoconsumo cumplen los requisitos indicados en el apartado g) del artículo 3 del RD 244/2019 y concretamente:

[1] r.D. 244/2019
https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5089

iii. Estar conectado a menos de 500 metros de los consumidores asociados. Para ello se tomará la distancia entre los instrumentos de medida en proyección ortogonal en planta.

También se entenderá por instalación de producción próxima a instalaciones de consumo y conectada a través de la red, en la cubierta de uno o varios edificios cuya finalidad principal no sea la generación de electricidad, en suelo industrial o en estructuras artificiales existentes o futuras, utilizando exclusivamente tecnología fotovoltaica que conecte la electricidad al consumidor o consumidores a través de líneas de transporte o distribución, siempre que estén a menos de 2.000 metros de distancia de los consumidores asociados. Para ello se tomará la distancia entre los equipos de medida en proyección ortogonal en planta.

El generador fotovoltaico se situará sobre las cubiertas inclinadas de la escuela pública Elortza de Urduliz, apoyada en una estructura consolidada especialmente preparada para el uso fotovoltaico al aire libre.

Con este proyecto se pretende conseguir de forma directa la máxima tasa de autoconsumo en los suministros del Ayuntamiento de Urduliz seleccionados, con un ahorro significativo en las facturas de consumo eléctrico y una actividad más sostenible desde el punto de vista medioambiental.

Los excedentes que se generen se integrarán en la red de distribución y serán compensados al precio acordado con la comercializadora, según lo dispuesto en el Real Decreto 244/2019. Para ello, será necesario firmar un contrato de compensación entre las partes.

1.3 ALCANCE

En el proyecto se cumplirá en todo caso lo indicado en citado [1] Real Decreto 244/2019; Real Decreto 1699/2011[2], de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión en red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia; Real Decreto 413/2014[3], 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; Manual técnico de distribución[4] MT 3.53.01 de Iberdrola (5ª edición – marzo de 2016), sobre condiciones técnicas de producción de energía eléctrica y energía eléctrica conectada a la red eléctrica de Iberdrola Iberdrola ReSAUCE.

El alcance del proyecto comenzará en el generador fotovoltaico y finalizará en los fusibles sobre contadores de consumo, en el punto de conexión con la instalación asociada al autoconsumo.

1.4 MANDATO Y PROPIEDAD

El encargo y propiedad de este proyecto corresponde al **AYUNTAMIENTO DE URDULIZ**, con CIF **P4810300F** y sito en Elortza Plaza, 1, 48610 Urduliz (Bizkaia).

1.5 UBICACIÓN

La planta de producción es una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW situada en la red interior de la escuela pública Elortza de Urduliz:

- C/ Padre Gotzon, 8, 48610 Urduliz, Vizcaya.

[2] r.D. 1699/2011
https://boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-19242
[3] rD 413/2014
https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2014-6123&tn=2
[4] MT 3.53.01
https://www.i-de.es/socdis/gc/prod/es_ES/contenidos/docs/MT_3_53_01.pdf

- Parcela: Escuela; Portal: 008 Ref. catastral: 08910180100101001
- Coordenadas: Latitud: 43.37346°; Longitud: -2.95010
- Coordenadas UTM:

  Zona: 30 Hemisferio: N; Este (X): 504042,85; Norte (Y): 4802289,21

Las cubiertas de la escuela pública Elortza de Urduliz tienen orientación suroeste y no presentan obstáculos que puedan dar lugar a sombras en sus proximidades. Es el lugar idóneo para ubicar el generador fotovoltaico.



Imagen 1: Emplazamiento de la escuela pública Urduliz – Elortza

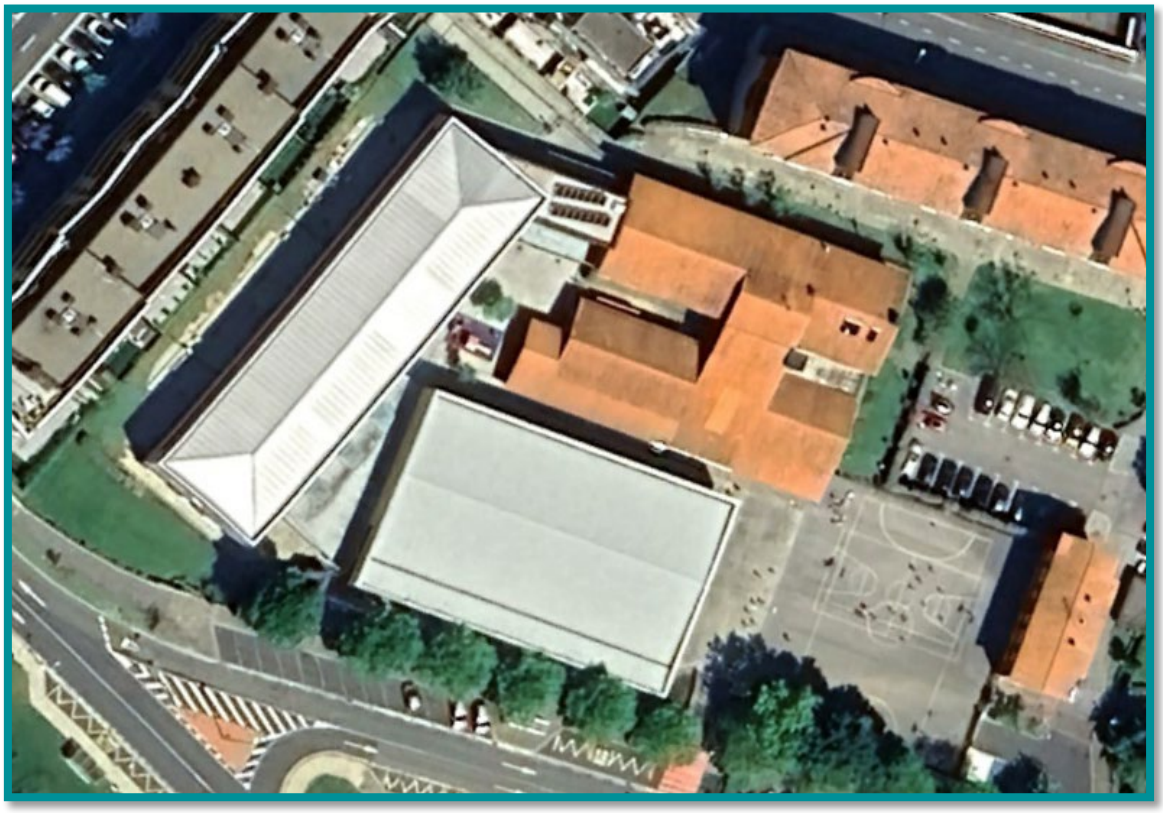


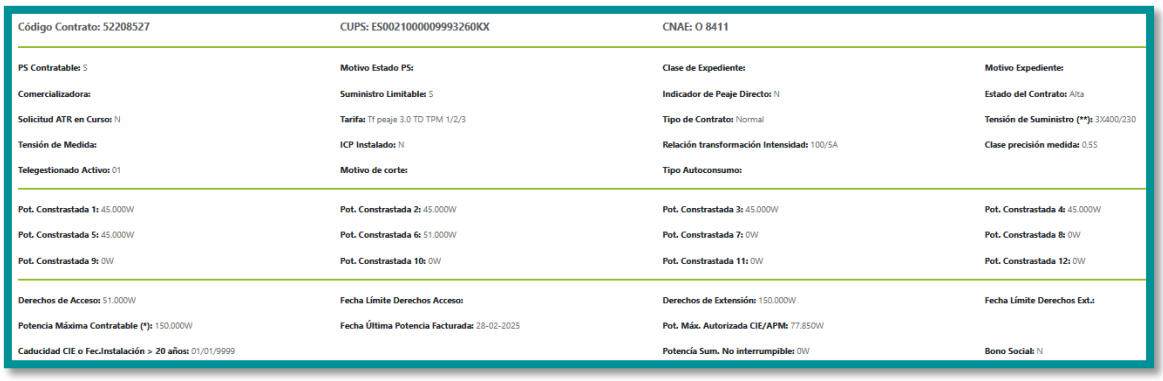
Imagen 2: Cubiertas escuela pública Urduliz – Elortza

1.6 DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO ACTUAL

Los datos relativos al suministro eléctrico adscrito a la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo que se ubicará en el colegio público Elortza de Urduliz son los siguientes:

N°	IDENTIFICACIÓN	HPKU / CUPS	TITULAR (NIF)	TARIFA
1	ESCUELA PÚBLICA ELORTZA	ES0021000009993260KX	P4810300f	3.0TD
2	GAZTELEKU	ES0021000009993755LE	P4810300f	3.0TD
3	NUEVO POLIDEPORTIVO	ES0021000013759340GR	P4810300f	6.1 TD
4	ANTIGUO POLIDEPORTIVO	ES0021000009993527XR	P4810300f	3.0TD

Tabla 2: Datos eléctricos del suministro asociado a la instalación de autoconsumo



Código Contrato: 52208527	**CUPS:** ES0021000009993260KX	**CNAE:** O 8411	
PS Contratable: S	**Motivo Estado PS:**	**Clase de Expediente:**	**Motivo Expediente:**
Comercializadora:	**Suministro Limitable:** S	**Indicador de Peaje Directo:** N	**Estado del Contrato:** Alta
Solicitud ATR en Curso: N	**Tarifa:** Tf peaje 3.0 TD TPM 1/2/3	**Tipo de Contrato:** Normal	**Tensión de Suministro (**):** 3X400/230
Tensión de Medida:	**ICP Instalado:** N	**Relación transformación Intensidad:** 100/5A	**Clase precisión medida:** 0,5S
Telegestionado Activo: 01	**Motivo de corte:**	**Tipo Autoconsumo:**	
Pot. Constratada 1: 45.000W	**Pot. Constratada 2:** 45.000W	**Pot. Constratada 3:** 45.000W	**Pot. Constratada 4:** 45.000W
Pot. Constratada 5: 45.000W	**Pot. Constratada 6:** 51.000W	**Pot. Constratada 7:** 0W	**Pot. Constratada 8:** 0W
Pot. Constratada 9: 0W	**Pot. Constratada 10:** 0W	**Pot. Constratada 11:** 0W	**Pot. Constratada 12:** 0W
Derechos de Acceso: 51.000W	**Fecha Límite Derechos Acceso:**	**Derechos de Extensión:** 150.000W	**Fecha Límite Derechos Ext.:**
Potencia Máxima Contratable (*): 150.000W	**Fecha Última Potencia Facturada:** 28-02-2025	**Pot. Máx. Autorizada CIE/APM:** 77.850W	
Caducidad CIE o Fec.Instalación > 20 años: 01/01/9999		**Potencia Sum. No interrumpible:** 0W	**Bono Social:** N

Imagen 3: Datos generales del punto de suministro de la Escuela Pública Elortza

A continuación se detalla, por un lado, el **consumo energético total** de las curvas de carga seleccionadas. Por otro lado, se define la curva de consumo horario conjunta de todos los suministros:

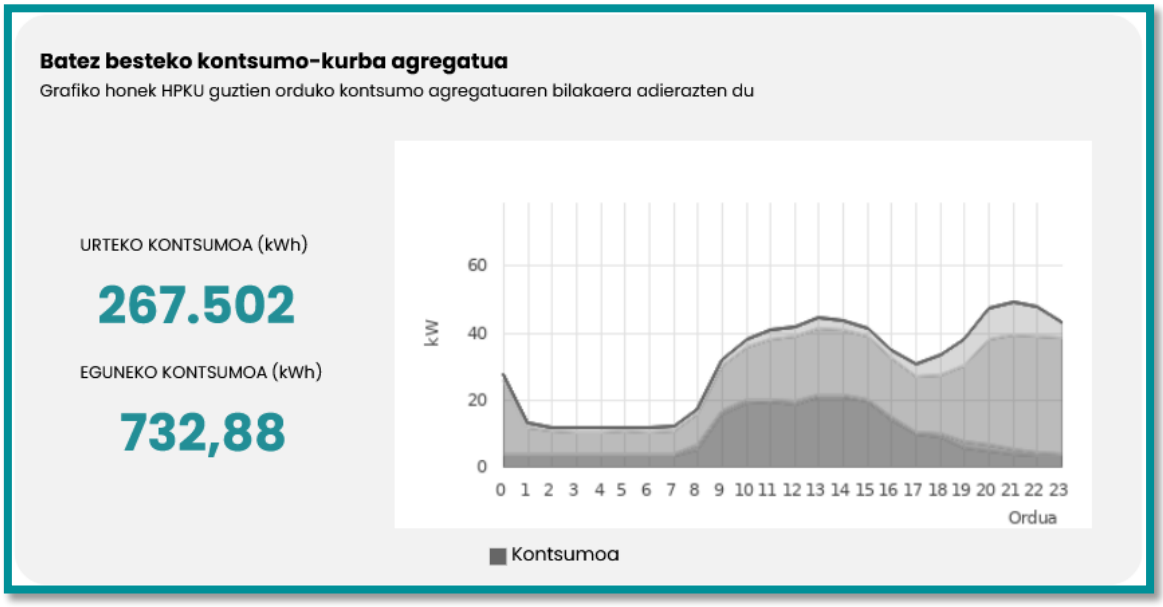


Figura 4: curva de consumo agregada media de un día

Consumo energético anual: 267.502 kWh

Tras el análisis de las curvas de carga horaria del consumo eléctrico del último año, se han obtenido los siguientes valores mensuales de referencia:

Hilabetea	Energia eskaria (kWh)	Sorkuntza (kWh)	Autokontsumoa (kWh)	Soberakinak (kWh)
Urtarrila	26.916	6.180	5.661	519
Otsaila	26.232	8.320	7.468	852
Martxoa	21.308	11.886	8.416	3.470
Apirila	20.359	13.609	10.122	3.486
Maiatza	20.325	16.926	11.692	5.234
Ekaina	16.340	15.166	9.768	5.398
Uztaila	14.276	15.916	8.468	7.448
Abuztua	21.014	15.636	11.011	4.625
Iraila	22.728	13.680	10.417	3.263
Urria	27.788	9.613	9.086	528
Azaroa	25.976	6.715	5.957	758
Abendua	24.238	5.615	4.789	826
GUZTIRA	**267.502**	**139.262**	**102.856**	**36.407**

Imagen 5: Diagrama de consumo mensual consolidado de Horni

Gran parte de la energía generada con la instalación fotovoltaica podrá ser autoconsumida de forma inmediata y los excedentes se integrarán en la red de distribución de baja tensión, adaptándose **al mecanismo de compensación establecido** en el Real Decreto 244/2019.

La base del consumo eléctrico de los cuatro suministros eléctricos del Ayuntamiento de Urduliz, es bastante estable a lo largo del año. En los meses de mayor producción se produce un ligero descenso del consumo que puede dar lugar a un aumento de los excedentes en dichos meses. Estos excedentes serán aprovechados mediante la compensación, por lo que se ha buscado un punto adecuado que satisfaga las necesidades energéticas del Ayuntamiento de Urduliz.

1.7 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO

1.7.1 Generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico estará formado por la unión serie/paralelo de los módulos fotovoltaicos.el generador fotovoltaico estará formado por una serie o “string” de módulos fotovoltaicos.

Las cubiertas donde se ubicarán los paneles solares tienen la siguiente orientación:

- 21º suroeste (azimut = 21º)

Estos módulos se montarán sobre las cubiertas de chapa y teja de los diferentes edificios escolares, apoyados en una estructura de soporte de aluminio especialmente diseñada para uso fotovoltaico y tratada químicamente para poder permanecer al aire libre. De esta manera, se conseguirá una buena captación del incidente de radiación solar, fijándose a las cubiertas de los edificios escolares y respetando la carga sostenible.

El generador fotovoltaico estará formado por la unión serie/paralelo de 228 módulos.

La conexión entre estos módulos depende de los límites de tensión e intensidad máximas que puede soportar el inversor fotovoltaico seleccionado. La configuración de las series o “strings” de los módulos fotovoltaicos se ha calculado teniendo en cuenta el efecto que puede tener la temperatura sobre las células fotovoltaicas entre -10°C y 70°C, temperatura a la que pueden llegar las células. Este rango de temperaturas se ha sobredimensionado para no sobrepasar estos límites a lo largo del año en función de las condiciones climatológicas de la localidad de Urduliz.

el generador fotovoltaico estará formado por la asociación serie/paralelo de 228 módulos marca JA SOLAR (JAM72S30-550/MR) de 550 Wp o similar De esta forma, la potencia instalada del generador fotovoltaico será de 125,40 kWp.

Los módulos del generador fotovoltaico estarán distribuidos en paralelo de la siguiente manera:

- dos series de 18 módulos conectados a la entrada MPPT#1 del inversor de 100 kW.
- una serie de 18 módulos conectados a la entrada MPPT#2 del inversor de 100 kW.
- una serie de 17 módulos conectados a la entrada MPPT#3 del inversor de 100 kW.
- una serie de 17 módulos conectados a la entrada MPPT#4 del inversor de 100 kW.
- dos series de 16 módulos conectados a la entrada MPPT#5 del inversor de 100 kW.
- dos series de 16 módulos conectados a la entrada MPPT#6 del inversor de 100 kW.
- una serie de 16 módulos conectados a la entrada MPPT#7 del inversor de 100 kW.
- una serie de 15 módulos conectados a la entrada MPPT#8 del inversor de 100 kW.
- dos series de 15 módulos conectados a la entrada MPPT#9 del inversor de 100 kW.

De esta forma garantizamos el correcto funcionamiento del inversor, ya que los niveles de tensión e intensidad se mantienen durante todo el año dentro del rango permitido, teniendo en cuenta el efecto de la temperatura sobre los módulos fotovoltaicos.

De acuerdo con lo expuesto, los módulos fotovoltaicos se ubicarán en una estructura ligera de aluminio que sirva de soporte entre los módulos y las cubiertas de los edificios escolares.

Los módulos se conectarán en serie entre sí mediante mangueras de cobre de doble aislamiento **PV H1Z2Z2-K 1,5/1,5 (1,8) kV DC** , con un aislamiento de 1.800 Vcc según la norma UNE 21123.

Las series se trasladarán a través de la estructura de aluminio a base de las mismas hasta el lugar de los inversores fotovoltaicos, para lo que se utilizará una bandeja perforada de material termoplástico técnico aislante con tapa s/EN 50085-1:1997 (canal aislante) Color Ral 7035 Ref. tipo; o técnicamente equivalente, aprobado por la dirección facultativa.

1.7.2 Estructura coplanar de aluminio

Los módulos fotovoltaicos se apoyarán mediante una estructura coplanar de aluminio sobre las cubiertas de la escuela. los 88 módulos fotovoltaicos se instalarán en la cubierta de teja de la escuela Elortza, mientras que los 140 restantes se instalarán en el tejado de chapa del nuevo edificio que cubre el patio de la escuela.

La estructura coplanar de aluminio contiene básicamente algunos perfiles de aluminio y algunas grapas de aluminio. Los perfiles de aluminio se fijan en las cubiertas mediante tornillos roscados de acero inoxidable para evitar filtraciones de agua y/o goteras con arandelas de goma y tiras de neopreno. Las placas se unen a esta estructura de aluminio mediante tornillos de acero inoxidable.

Las estructuras de apoyo se calculan junto con los módulos para soportar sobrecargas de nieve y, sobre todo, de viento, según lo indicado en el Código Técnico de la Edificación.

El diseño de la estructura y del sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos se realiza de forma que permitan las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir esfuerzo a los módulos.

Todo el material para la estructura de soporte está tratado para uso al aire libre (anticorrosión) y ha sido probado estáticamente mediante varios ensayos para garantizar su resistencia.



Imagen 6: Cubierta de teja de skolak Elortza

La estructura de soporte consta de:

- Perfil básico de aluminio.
- Juego de fijación de cubierta.
- Grapas de aluminio para la fijación de módulos.

La estructura de soporte se conectará a tierra para evitar errores en caso de pérdida de aislamiento de los módulos fotovoltaicos.

10. En el documento ANEXOS



Imagen 7: Cubierta de chapa sándwich de Elortza e scola

1.7.3 Inversor fotovoltaico

Una vez descrita la configuración del generador fotovoltaico, el siguiente paso es convertir la corriente eléctrica generada por los módulos, continua, en alterna. El inversor es el dispositivo que transforma la corriente continua en corriente alterna.

Para esta instalación fotovoltaica de autoconsumo se utilizará un equipo trifásico de 100 kW de potencia nominal HUAWEI SUN2000-100KTL-M2 o similar.

Este inversor es un equipo multi-string con 10 seguimientos MPPT independientes que mejoran la eficiencia del sistema.

Las características técnicas del inversor son

Características	HUAWEI SUN2000-100KTL-M2
Potencia nominal AC	100 kW
Rango de tensión MPP	200 – 1000 V
Corriente máxima de entrada	40 A
Seguimiento MPPT	4
Frecuencia nominal de tensión	50 Hz
Corriente máxima de salida	144,4 A
Máxima eficiencia	%98,6
Eficacia europea	%98,4

Dimensiones mm	1.035 X 700 X 365
Peso	93 Kg

Tabla 3: HUAWEI SUN2000-100KTL-M2 Tabla de características técnicas del inversor

Los inversores fotovoltaicos utilizados están equipados con todas las protecciones eléctricas de seguridad exigidas en En el ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y en 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. Es decir:

- Polarizaciones inversas
- Contra sobretensiones transitorias en entrada y salida (II. tipo)
- Contra cortocircuitos y sobrecargas en salida
- Defectos de aislamiento
- Protección anti-isla con desconexión automática
- Protección de máxima frecuencia mínima y tensión de red

en el inversor de 100 kW los módulos estarán conectados en series dobles en las entradas MPPT#1, MPPT#5, MPPT#6, MPPT#8, y MPPT#9; y en series raras en las entradas MPPT#2, MPPT#3, MPPT#4 y MPPT#7.

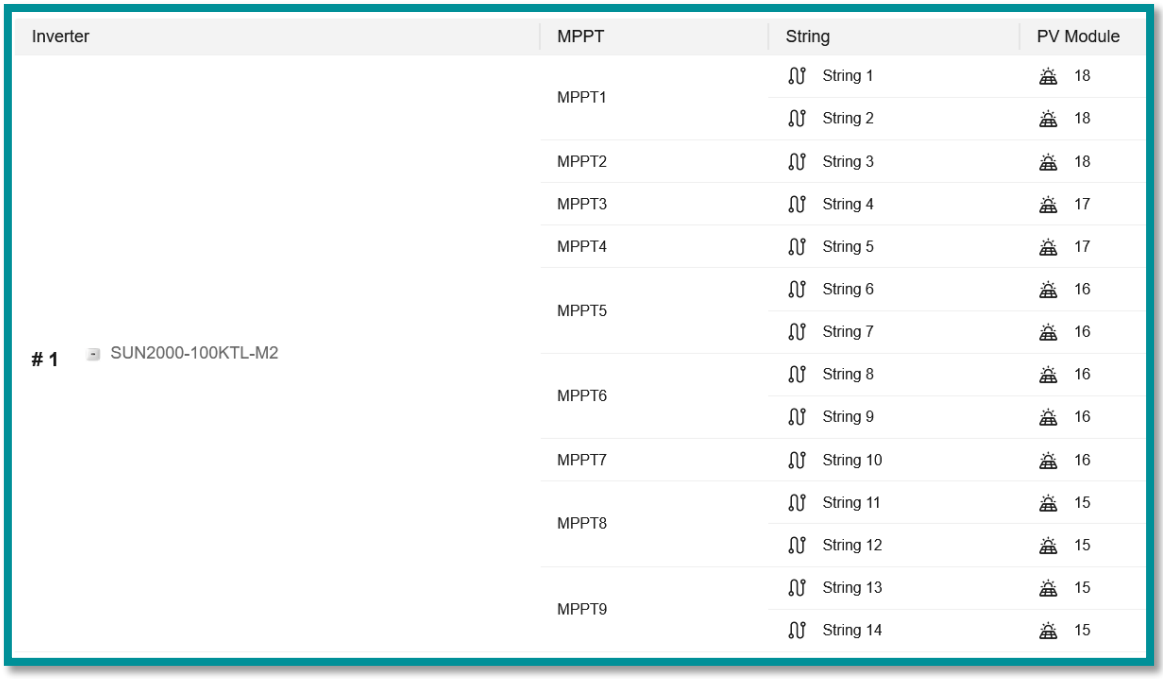


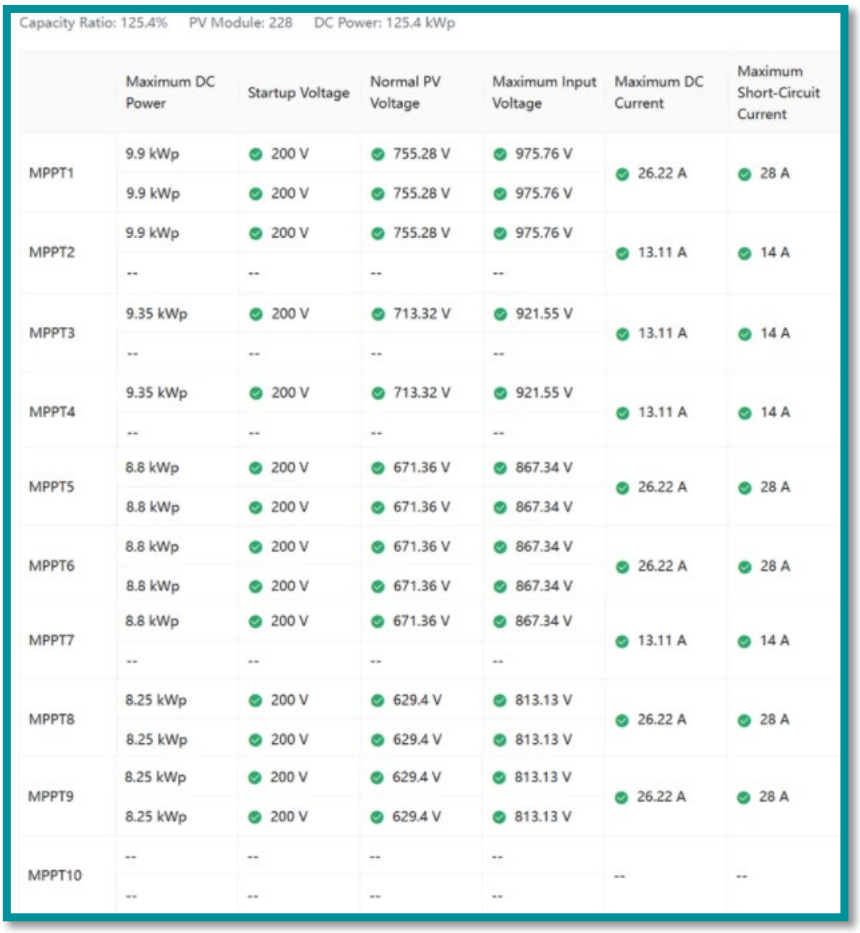
Imagen 8: Conexiones de strings en el inversor SUN2000-100KTL-M2

El inversor y las protecciones correspondientes se instalarán en la pared del patio de la escuela Elortza, protegiéndose de condiciones externas y de personas extrañas.

10. En el documento ANEXOS

1.7.3.1 Medidas del inversor

Los generadores fotovoltaicos estarán divididos en varias series y el inversor tendrá un seguimiento de medición.



Capacity Ratio: 125.4% PV Module: 228 DC Power: 125.4 kWp

	Maximum DC Power	Startup Voltage	Normal PV Voltage	Maximum Input Voltage	Maximum DC Current	Maximum Short-Circuit Current
MPPT1	9.9 kWp	200 V	755.28 V	975.76 V	26.22 A	28 A
	9.9 kWp	200 V	755.28 V	975.76 V		
MPPT2	9.9 kWp	200 V	755.28 V	975.76 V	13.11 A	14 A
	--	--	--	--		
MPPT3	9.35 kWp	200 V	713.32 V	921.55 V	13.11 A	14 A
	--	--	--	--		
MPPT4	9.35 kWp	200 V	713.32 V	921.55 V	13.11 A	14 A
	--	--	--	--		
MPPT5	8.8 kWp	200 V	671.36 V	867.34 V	26.22 A	28 A
	8.8 kWp	200 V	671.36 V	867.34 V		
MPPT6	8.8 kWp	200 V	671.36 V	867.34 V	26.22 A	28 A
	8.8 kWp	200 V	671.36 V	867.34 V		
MPPT7	8.8 kWp	200 V	671.36 V	867.34 V	13.11 A	14 A
	--	--	--	--		
MPPT8	8.25 kWp	200 V	629.4 V	813.13 V	26.22 A	28 A
	8.25 kWp	200 V	629.4 V	813.13 V		
MPPT9	8.25 kWp	200 V	629.4 V	813.13 V	26.22 A	28 A
	8.25 kWp	200 V	629.4 V	813.13 V		
MPPT10	--	--	--	--	--	--
	--	--	--	--		

Imagen 9: Validación de la distribución de strings en el software SMART DESIGNER de HUAWEI

el inversor de 100 kW estará conectado a los módulos del generador fotovoltaico de la siguiente manera:

- dos series de 18 módulos conectados a la entrada MPPT#1 del inversor de 100 kW.
- una serie de 18 módulos conectados a la entrada MPPT#2 del inversor de 100 kW.
- una serie de 17 módulos conectados a la entrada MPPT#3 del inversor de 100 kW.
- una serie de 17 módulos conectados a la entrada MPPT#4 del inversor de 100 kW.
- dos series de 16 módulos conectados a la entrada MPPT#5 del inversor de 100 kW.
- dos series de 16 módulos conectados a la entrada MPPT#6 del inversor de 100 kW.
- una serie de 16 módulos conectados a la entrada MPPT#7 del inversor de 100 kW.
- dos series de 15 módulos conectados a la entrada MPPT#8 del inversor de 100 kW.
- dos series de 15 módulos conectados a la entrada MPPT#9 del inversor de 100 kW.

1.7.3.2 Conexiones del inversor

En esta sección se explica brevemente cómo se conectarán los inversores tanto con el campo fotovoltaico o generador como con el circuito alterno para conectarlos más tarde con la red de distribución de baja tensión.

✓ Circuito directo CC:

Los generadores fotovoltaicos se dividirán en tres series de 18 módulos, dos series de 17 módulos, cinco series de 16 módulos y cuatro series de 15 módulos, formando una potencia total instalada de 125,40 kWp.

los inversores de 100 kW se conectarán con series de módulos fotovoltaicos. Por lo tanto, dos PV H1Z2Z2-K tendrán 1,5/1,5 (1,8) kV DC en las entradas MPPT#1, MPPT#5, MPPT#6, MPPT#8 y MPPT#9; PV H1Z2Z2-K tendrá 1,5/1,5 (1,8) kDC en las entradas MPPT#8 y MPPT#7#MPPT en las entradas. Por cada entrada, positiva y negativa.

El inversor tiene descargadores de sobretensión CC y cortadora de corte de carga CC.

- ✓ Circuito alterno CA:

la salida de los inversores fotovoltaicos de 100 kW será trifásica y formará un sistema trifásico equilibrado, protegido por un interruptor automático hasta el cuadro general de protecciones.

En la parte alterna entre el cuadro general de protecciones y el punto de conexión con la red de distribución de baja tensión, se dispondrá de protección magnetotérmica, descargadores antisobretensiones y protección diferencial (además de las anteriormente citadas: protecciones propias del inversor de tensión de frecuencia, anti-isla, etc.).

1.7.4 Monitorización de la instalación Fv

La instalación fotovoltaica de autoconsumo contará con un sistema de monitorización remota para comprobar el buen funcionamiento de los equipos que la componen. Queda por definir el sistema de monitorización y se valorará la posibilidad de que el propio inversor disponga de un sistema integrado. Deberá disponer de conexión a internet a través de Ethernet.

El objetivo de este sistema de monitorización remota será facilitar el mantenimiento y obtener el máximo rendimiento de la instalación, detectando cualquier incidencia lo antes posible. También tendremos información en tiempo real sobre el ratio de autoconsumo y conoceremos la cuota autárquica con el consumo.

Desde el ordenador o dispositivo móvil, todos los datos de la instalación se podrán obtener de una página web y controlar la producción de la instalación online.

1.7.5 Protecciones de la instalación Fv

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) indica las protecciones que debe tener la instalación solar fotovoltaica, tanto en las eventuales deficiencias en la protección de las personas como para la protección de los equipos de la instalación.

En cada instalación fotovoltaica, las protecciones son principalmente protecciones para sobretensiones externas, internas y sobreintensidades, así como para la protección de las personas contra cualquier contacto directo o indirecto.

Evidentemente, los inversores cuentan también con protecciones para la variación de tensión y frecuencia de la red eléctrica (relés de enclavamiento), aislamiento galvánico o equivalente (nota de interpretación técnica de MITYC sobre la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras de baja tensión) y protección contra el efecto isla y la mala emisión de armónicos). Asimismo, tienen un cuidador de aislamiento para el circuito CC y CA que activa la instalación cuando detecta un fallo de aislamiento para proteger a las personas.

Más adelante se detallará todo el sistema de protección utilizado para la instalación fotovoltaica general, pero ahora se mencionarán los elementos de protección utilizados:

Contactos directos:

- Aislamiento de partes activas.
- Protección mediante vallas envolventes.
- Protección mediante obstáculos.
- Separación por distancias.
- Utilización de sistemas diferenciales.

Contactos indirectos:

- Protección por corte automático de alimentación.
- Protección mediante separación eléctrica de circuitos.
- Aislamiento con materiales de tipo II.
- Protección de puesta a tierra o de conexiones equipotenciales.

Sobreintensidades:

- Selección de la sección adecuada para los conductores eléctricos.

Sobretensiones:

- Puesta a tierra de módulos estructurales fotovoltaicos.
- Puesta a tierra de los inversores.
- Descargadores atmosféricos y varistores.
- Interruptor magnetotérmico de corte.
- Interruptor de corte manual tetrapolar.
- Fusibles cortantes.

A continuación se muestran los elementos activos de protección utilizados en la instalación de 100 kW:

✓ **Circuito de corriente continua (CC):**

- Seccionador KZ:

El inversor trifásico dispondrá de un seccionador de corte manual en carga para poder desconectarlo del generador fotovoltaico.

- Descargador de sobretensiones KZ:

La entrada del inversor trifásico tendrá protección directa contra sobretensiones mediante descargadores tipo II.

✓ **Circuito de corriente alterna (CA):**

<u>En el caso de inversores de 100kW</u>:

- Interruptor magnetotérmico general:

Interruptor magnetotérmico trifásico de 4 polos 160 A.

- Un relé diferencial electrónico ajustable tipo B con reconexión automática, sensibilidad ajustable de 0,1 a 3 A. Incluye toridal.

1.7.6 Puesta a tierra de la instalación fotovoltaica

1.7.6.1 Introducción

Los objetivos de la puesta a tierra son, principalmente, limitar la tensión de las masas metálicas respecto al suelo en un momento determinado, asegurar el funcionamiento de las protecciones y eliminar o reducir el riesgo de avería en los materiales eléctricos utilizados.

1.7.6.2 Consideraciones

En el sistema fotovoltaico, al realizar la puesta a tierra hay que tener en cuenta:

- El esquema de distribución de la instalación fotovoltaica será el esquema TT (ITC-BT-40 “Instalaciones de Baja Tensión”).

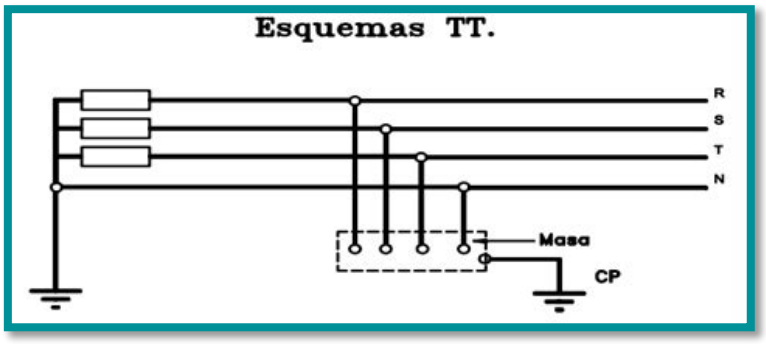


Imagen 10: Esquema de puesta a tierra TT

Las masas de la instalación FV estarán conectadas a un punto de tierra independiente del suelo del neutro de la red de la empresa distribuidora (ITC–BT–40, R.D. 1663/2000).

- La instalación de puesta a tierra se diseñará de manera que la resistencia a tierra de cualquier masa no produzca tensiones de contacto superiores a 24 V (ITC-BT-18, “Instalaciones de puesta a tierra”).

1.7.6.3 PUESTA A TIERRA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

La estructura que soporte en tierra los módulos fotovoltaicos se instalará para garantizar la seguridad de las personas en los contactos indirectos.

Como se ha indicado, la tensión de contacto debe ser inferior a 24 V. La corriente máxima que puede circular en cada serie es la intensidad de cortocircuito del módulo, muy próxima a la intensidad de potencia máxima.

Conectaremos la estructura y los marcos metálicos de los módulos fotovoltaicos con el suelo del edificio escolar o crearemos uno independiente si es necesario.

Los conductores de protección deberán tener una sección mínima de 6 mm^2.

1.7.6.4 Puesta a tierra de inversores y protecciones

De manera similar a lo que se hizo con el área creativa, el inversor se conectará a tierra, uniéndose al suelo del edificio de la escuela o creando uno independiente.

1.7.7 Conexión a la red de baja tensión

Respecto a la conexión de la empresa distribuidora con la Red de Baja Tensión se estará a lo indicado **en las Condiciones Técnicas de Acceso y Conexión** facilitadas por la empresa distribuidora del área.

La medición de la energía exportada e inyectada en la red de baja tensión se realizará de acuerdo con lo establecido en el **Real Decreto 1110/2007**, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Se instalará un armario exterior que cumpla las siguientes especificaciones técnicas, en cumplimiento de la normativa IEC y UL:

- Envolventes de poliéster reforzadas con fibra de vidrio IP66 / IK10 para garantizar una vida útil al conjunto de aparamenta de hasta 30 años.
- Intensidad del interruptor cortante en función de la tensión de la instalación y de la intensidad del fusible.

1.7.7.1 Ubicación del inversor

El inversor y las protecciones correspondientes se instalarán en la pared del patio de la escuela Elortza, protegiéndose de condiciones externas y de personas extrañas.

Desde este emplazamiento se deberá tender el cable de corriente alterna al armario eléctrico (donde se encuentra el contador de consumo) que se encuentra en la pared exterior del parking de la escuela.

Para ello se utilizará la canalización subterránea existente bajo el patio donde se ubicará el inversor. En este patio se encuentra un tramex que da acceso a la canalización subterránea que llega hasta el armario del contador de consumo que se encuentra en la pared exterior del parking escolar. En el camino se encuentra un registro arqueta de la canalización subterránea.

En los tubos que se encuentran en esta canalización subterránea se prevé la existencia de espacio para llevar los cables de corriente alterna que saldrán del inversor. Por lo tanto, se aprovechará esta canalización subterránea para canalizar los cables de corriente alterna.



Imagen 11: marcado en rojo el patio de la escuela Elortza, el inversor y la ubicación elegida para el cuadro de protección



Imagen 12: Patio de la escuela Elortza, inversor y ubicación elegida para el cuadro de protección. Tramex que da acceso a la canalización subterránea que se utilizará para el encauzamiento de cables de corriente alterna en rojo



Figura 13: registro depurado de la canalización subterránea que llega al contador de consumo desde la ubicación del inversor



Imagen 14: marcado en rojo el patio de la escuela Elortza, el inversor y la ubicación elegida para el cuadro de protección. Ubicación del registro arqueta canalización subterránea marcada en azul. Ubicación del contador de consumo en amarillo en la pared exterior del parking de la escuela Elortza

1.7.7.1 Planteamiento de la conexión eléctrica escolar

El generador se ubicará en las cubiertas inclinadas de la escuela Elortza y la conexión de los paneles se realizará en función de las características de tensión e intensidad de entrada autorizadas por el inversor.

La conexión eléctrica se realizará en la red interior de la escuela Elortza, en los fusibles de acometida eléctrica trifásica ubicados en el armario eléctrico situado en la pared exterior del parking de dicha escuela. Se propone realizar el punto de conexión con la red en paralelo al contador de consumo escolar en la modalidad de PC+PG.



Imagen 15: Contador de consumo de la escuela pública Elortza de Urduliz, que realiza medición indirecta

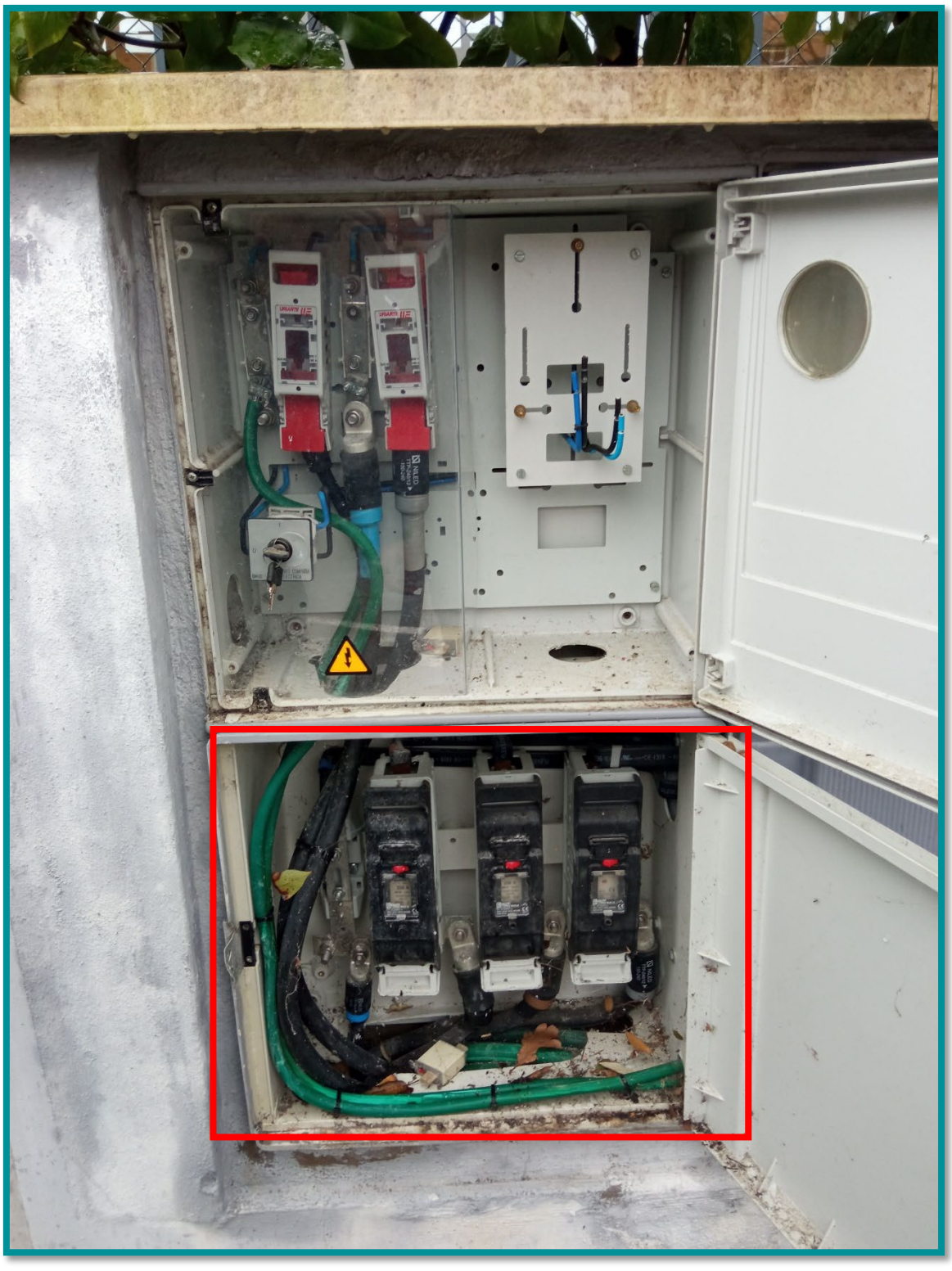


Imagen 16: Punto de conexión de la instalación fotovoltaica

El nuevo contador de generación se instalará junto al armario eléctrico exterior donde se encuentre el contador escolar, en un armario eléctrico homologado para el exterior. De esta forma, el contador de generación estará a disposición de los trabajadores de la empresa distribuidora para poder realizar en todo momento labores de manutención u otro tipo de trabajos.

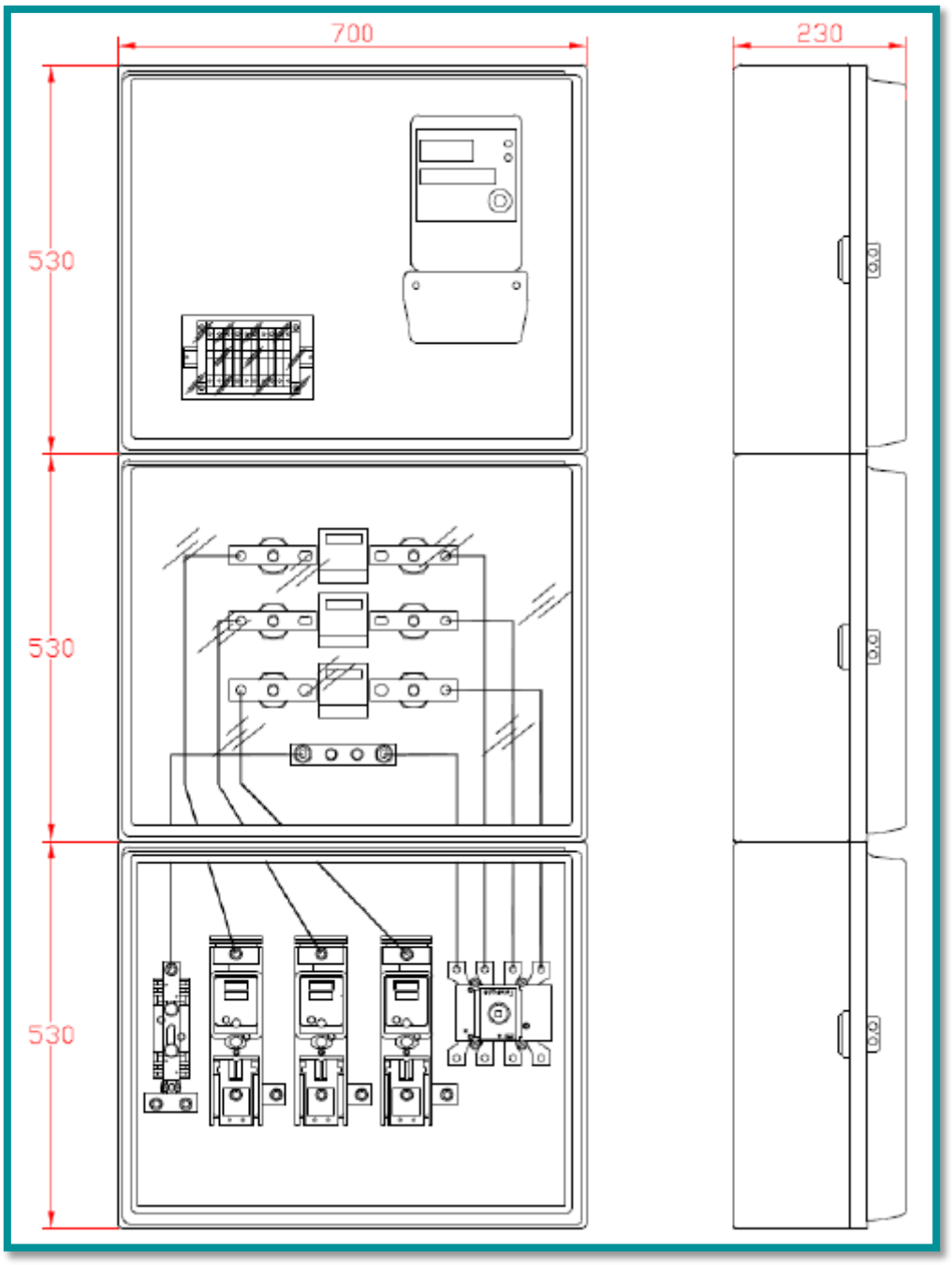


Imagen 17: Armario eléctrico exterior para instalación de contador de generación

El contador de consumo escolar realiza una medición indirecta. El contador de generación que se va a instalar también realizará una medición indirecta, ya que la potencia emitida por la instalación fotovoltaica es superior a 43 kW.

El código universal del punto de suministro de la escuela pública Elortza de Urduliz (ES0021000009993260KX) es el que dará el CAU (Código de Autoconsumo) a la instalación fotovoltaica.

1.7.7.2 Condiciones de medición según RD 244/2019

De acuerdo con lo establecido en el artículo 10 del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, los sujetos que se incorporen a cualquier modalidad de autoconsumo contarán con los instrumentos de medida necesarios para la correcta facturación de los precios, tarifas, cargos, peajes de acceso y otros costes y servicios del sistema que les sean de aplicación.

Con carácter general, los consumidores que se acojan a cualquiera de las modalidades de autoconsumo deberán disponer de un equipo de medida bidireccional en el punto límite o, en su caso, de un equipo de medida en cada punto límite.

como se menciona en el artículo 10, punto 3, las instalaciones de generación deberán disponer de un equipo de medida que registre la generación neta en cualquiera de los siguientes casos:

- Autoconsumo colectivo.
- La proximidad de la planta de generación a través de la red.

La configuración de medición será PC (Punto Consumo) + PG (Punto Generación). Se instalará un Cuadro de Protección y Medida para la Generación y la Empresa Distribuidora instalará un contador homologado para la medición de la generación. Mediante este contador se medirá la energía generada por la instalación conectada **a la red interior de la escuela pública Elortza de Urduliz según la norma MT 3.53.01**:

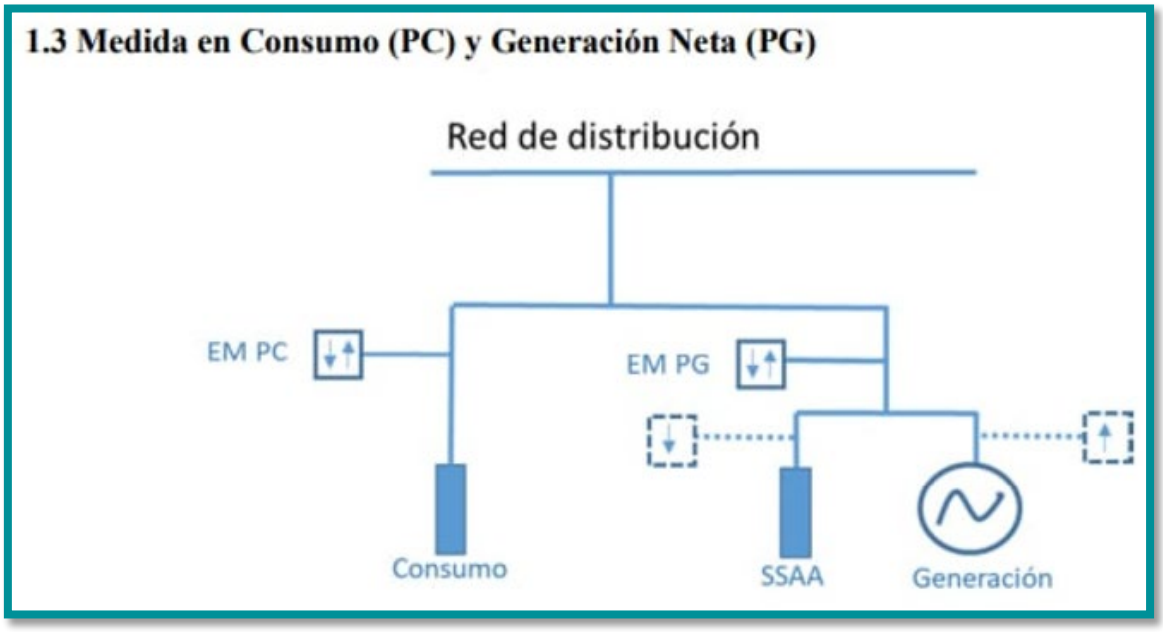


Imagen 18: Esquema de medida según memoria técnica de la empresa distribuidora.

El punto límite será el marcado por la empresa distribuidora local en las condiciones de acceso y conexión correspondientes.

En este caso, según el artículo 10 del Real Decreto 244/2019, se trata de una instalación de autoconsumo colectivo en la red próxima, en la que se instalarán en el punto de generación armarios con los elementos de medida necesarios para contabilizar la generación de la instalación fotovoltaica.

1.8 NORMATIVA LEGAL

En este apartado se recoge toda la normativa vigente utilizada para la realización del proyecto de una instalación solar fotovoltaica conectada a la red interior:

- 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 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican diversas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Instrucciones técnicas complementarias en baja tensión (Instrucciones ITC-BT).
- Guía técnica de aplicación del REBT (Edición septiembre 2013).
- 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.
- 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.
- real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 2018/1997, de 26 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de puntos de medida del consumo y del tránsito de energía eléctrica.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
- Pliego de condiciones técnicas de las instalaciones conectadas a red (edición 2009).
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (ITC-MIE-RAT).
- Normativa particular de Iberdrola, normas NI y MT.

- Manual técnico de distribución MT 3.53.01 –5. edición– Marzo de 2016, sobre las condiciones técnicas de la instalación de producción de energía eléctrica conectada a la red de distribución de Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.
- Normas IEC IEC 61215.
- Normas UNE.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, el Texto Refundido que recoge las modificaciones del Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, y la corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008.
- Real Decreto 1370/1988, de 25 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Construcción "NBE-AE–88. Acciones en la Edificación" por la que se aprueba la Norma Básica
- Real Decreto 1829/1995, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Edificación "NBE-EA-95". Estructuras de acero en construcción", que aprueba la Norma Básica.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos eléctricos.

1.9 SOMBRAS Y DISTANCIAS MÍNIMAS

Es muy importante que no haya sombra en los módulos fotovoltaicos. Debido a que todas las células de un módulo están conectadas en serie, es suficiente con que una esté a la sombra para reducir significativamente la potencia proporcionada por el módulo fotovoltaico.

El cálculo del posible apagado del generador fotovoltaico se realiza desde dos puntos de vista:

- Sombras proyectadas por obstáculos en el entorno de la instalación fotovoltaica.
- Sombras generadas entre líneas modulares.

Para determinar las sombras proyectadas en los módulos por las barreras cercanas, en la práctica, el entorno se observa desde el punto medio del borde inferior del módulo, tomando como referencia la línea Norte/Sur. Con un barrido a ambos lados de la línea I-H, no se deben ver obstáculos delante de los módulos.

En el caso que nos ocupa, no existen grandes obstáculos alrededor de la cubierta. En cualquier caso, con el programa PVGis[5] se realiza un análisis de las pérdidas por sombra y orientación.

[5] https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html#PVP

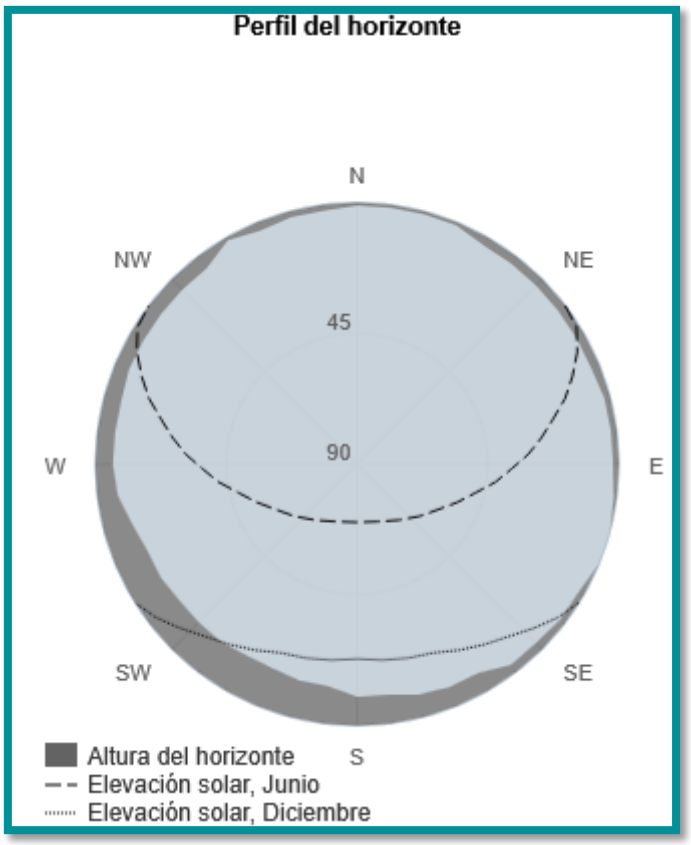


Imagen 19: Perfil del horizonte según PVGis en la escuela Elortza

No se generará la sombra entre los módulos, ya que van coplanares con el tejado.

1.10 PROTECCIONES DE INSTALACIÓN FV

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y el Real Decreto 1699/2011, sobre conexión de instalaciones de producción de energía eléctrica de baja potencia, indican las protecciones que debe tener la instalación solar fotovoltaica tanto para la protección de las personas frente a fallos como para los equipos que la componen.

1.10.1 Riesgos eléctricos de una instalación FV

Los riesgos que pueden afectar y dañar a los equipos que se encuentran en una instalación FV son básicamente sobretensiones, sobreintensidades y puntos calientes. Otros riesgos importantes a tener en cuenta, ya que afectan a la seguridad de las personas, se derivan de contactos directos o indirectos con la instalación.

- Sobretensiones:

Las sobretensiones son el riesgo más importante de un sistema FV. Estas sobretensiones pueden clasificarse, desde el punto de vista de las causas que las producen, en sobretensiones externas e internas.

Dentro del primer grupo se encuentran, básicamente, los derivados de la caída de rayos en el entorno de la instalación. Para instalaciones conectadas a red, pueden pasar por la propia red y proceder de sobretensiones transitorias transmitidas al interior de la instalación FV.

En el segundo grupo se encuentran las sobretensiones que se originan en el transitorio de las conexiones y desconexiones del propio sistema.

Las sobretensiones de origen atmosférico son las más importantes desde el punto de vista de los niveles de tensión que pueden presentarse. Se trata de pulsos de rápido crecimiento y corta duración que pueden ocupar más de un kV en descargas muy cercanas a la instalación.

- Sobreintensidades:

La característica I/V de un generador FV permite su equiparación con el comportamiento de una fuente de tensión. Esto significa que la corriente de cortocircuito, a diferencia de la red convencional, es solo un 20% superior a la corriente nominal. Esta intensidad puede considerarse, por tanto, como una sobrecarga.

En el diseño de los conductores, desde el punto de vista de la eficiencia energética, es conveniente dimensionar los conductores de forma que la caída de tensión sea inferior al 1% de la tensión de generación. Así, el conductor está suficientemente dimensionado para soportar estas sobreintensidades. Por lo tanto, no será necesario el uso de limitadores de corriente siguiendo este criterio.

- Puntos calientes:

El aumento de la temperatura que soportan estos paneles cuando pasan de ser generadores a carga puede suponer un riesgo de fallo del deterioro de los paneles FV. Estos fenómenos, llamados “puntos calientes”, aparecen cuando hay una sombra parcial de las células o en los defectos a tierra de la rama donde se encuentra el panel. En la actualidad, la instalación de diodos de tránsito y bloqueo para cada uno de los efectos anteriores protege contra este riesgo.

- Pérdida de aislamiento:

La degradación gradual del nivel de aislamiento original se debe a condiciones ambientales tales como temperatura, humedad, contaminación, etc., a las que se expone durante mucho tiempo.

1.10.2 Protección de las personas

Las personas tendrán un riesgo eléctrico cuando haya contacto directo o indirecto con la instalación.

La protección contra contactos directos o indirectos se realiza con los mismos criterios de protección que los indicados en la norma UNE 22460.

- Contactos directos:
  - Aislamiento de partes activas.
  - Protección mediante vallas envolventes. Protección mediante obstáculos.
  - Separación por distancias.
  - Utilización de sistemas diferenciales.
- Contactos indirectos:
  - Protección por corte automático de alimentación.
  - Protección mediante separación eléctrica de circuitos.
  - Aislamiento con materiales de tipo II.
  - Protección de puesta a tierra o de conexiones equipotenciales.

Para que el riesgo de choque eléctrico de las personas sea el menor posible, una buena protección debe limitar el parámetro intensidad/tiempo ante contactos directos, así como la tensión de contacto máxima aplicada en el caso de contactos indirectos.

La norma UNE 20572 especifica los efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano, estableciendo áreas con diferentes niveles de riesgo. En la norma UNE 20460 para corriente alterna, se establece la curva de tensión máxima en función del tiempo para los contactos indirectos, pudiendo mantener una tensión inferior a 50 V sin límite de tiempo. Asimismo, como medida de protección adicional para contactos directos, establece dispositivos de corte diferencial de menos de 30 mA.

En el caso de corriente continua, esta norma no establece ninguna prescripción para los parámetros anteriores, aunque se considera como tensión de contacto máxima, para locales húmedos de 24 V, según la norma ITC–BT–40 “Instalaciones generadoras de baja tensión”.

se puede establecer un límite de intensidad permanente de 10 mA sin consecuencias peligrosas para las personas.

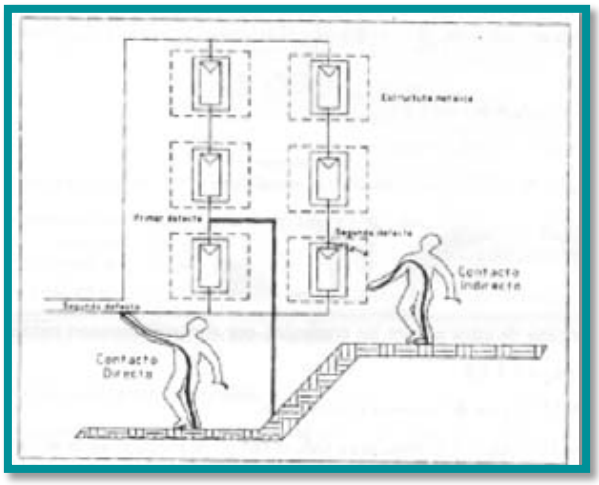


Imagen 20: Riesgo eléctrico en el generador fotovoltaico.

1.10.3 Sistemas de seguridad adoptados

La protección se ha estructurado en diferentes niveles de seguridad; algunos son pasivos y se basan en el diseño y la selección de materiales y otros activos con dispositivos de control. En total se han definido tres niveles de seguridad; dos pasivos y uno activo.

Primer nivel de seguridad:

Este nivel de seguridad se configura como un sistema de protección pasiva mediante la utilización de obstáculos.

- **Protección por aislamiento**: todos los elementos que componen el campo de corriente continua de la instalación (conductores, módulos, cuadros, armarios, inversores, etc.) **II. se han determinado con aislamiento reforzado de tipo**.
- **Protección mediante separación eléctrica**: protección consistente en la separación entre el circuito alterno y el directo a través de un inversor con un sistema de seguridad equivalente al aislamiento galvánico (nota técnica de MITYC).
- **Protección por separación de conductores**: los terminales + y – están separados por una barrera (aislante del conductor RVK) para reducir el riesgo de cortocircuito.

Segundo nivel de seguridad:

El nivel de seguridad de la instalación es activo. cuenta con varias protecciones recogidas en el Real Decreto 1699/2011. Una instalación FV debe tener las siguientes protecciones:

- **Interruptor general manual.** Interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. La capacidad de desconexión de este interruptor estará siempre a disposición de la empresa distribuidora para que pueda desconectarse manualmente.
- **Los interruptores automáticos diferenciales.** Como protección contra derivaciones en la parte alterna de la instalación, tipo II y reconexión automática.
- **Interruptor automático de interconexión controlado por software, controlador de aislamiento permanente, aislamiento galvánico equivalente, y protección contra el funcionamiento de la isla, incluido en el inversor.**
- **Puesta a tierra del marco y estructura de los módulos** mediante cable de cobre desnudo y pica de puesta a tierra, de acuerdo con la normativa vigente en este tipo de instalaciones, es decir, sin modificar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora.
- **Puesta a tierra de la carcasa del inversor**.
- **II. aislamiento tipo** en todos los componentes de la instalación.
- **Varistores o descargadores** contra sobretensiones para proteger los equipos contra descargas en la red eléctrica.
- **Fusibles** en cada uno de los polos del generador FV con función de corte.

Tercer nivel de seguridad:

Este nivel es la puesta a tierra de la instalación. Podemos distinguir cuatro tipos de instalaciones de puesta a tierra:

1. Puesta a tierra de la protección estructural en la parte recta.
2. Puesta a tierra del inversor en la parte alterna.
3. Puesta a tierra del servicio de neutro de la red de baja tensión.
4. Puesta a tierra de protección de la red de baja tensión.

Este proyecto se ha realizado siguiendo todas las normas técnicas y de seguridad vigentes.

1.11 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

En el cálculo del presupuesto del proyecto (I.V.) está dividida en varios capítulos:

sECCIÓN 1: MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	15.684,12 €
sECCIÓN 2: INVERSOR Y MONITORIZACIÓN	3.323,12 €
sECCION 3ª: ESTRUCTURA PORTANTE	8.532,87 €
sECCIÓN 4ª: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	10.155,30 €
sECCIÓN 5: CUADRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM/CPM)	688,50 €
sECCIÓN 6ª: RECURSOS COMPLEMENTARIOS	2.187,00 €
sECCIÓN 7: MANO DE OBRA	19.529,87 €
sECCION 8ª: LEGALIZACIÓN Y TRAMITACIÓN DE INSTALACIÓN	526,50 €
sECCIÓN 9: SEGURIDAD Y SALUD	1.215,00 €
sECCIÓN 10: TRABAJOS ADICIONALES	13.608,73 €
sECCIÓN 11: GESTIÓN DE RESIDUOS	931,38 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEC):	**76.382,39 €**
PRESUPUESTO DE CONTRATA 19%	**14.512,65 €**
IVA (21% PEC)	**19.087,96 €**
PRESUPUESTO DEL PROYECTO	**109.983,01 €**

Bilbao, 23 de abril de 2025
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado n.º 9264 del Colegio de Bilbao



D. Koldo García Madariaga

2 DOCUMENTO: CÁLCULOS

ÍNDICE, DOCUMENTO, CÁLCULOS

2 DOCUMENTO: CÁLCULOS 35
2.1 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO 37
2.1.1 ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE 37
2.1.2 CÁLCULO DE LA ENERGÍA ÚTIL PRODUCIDA 38
2.2 CÁLCULO DE SOMBRAS Y DISTANCIA 44
2.2.1 CÁLCULO DE SOMBRAS EN FUNCIÓN DE LOS OBSTÁCULOS 44
2.2.2 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE LÍNEAS MODULARES 44
2.3 JUSTIFICACIÓN DE LAS SOBRECARGAS 45
2.3.1 CÁLCULO DE LA CARGA UNITARIA DE LA SUPERFICIE DE LA INSTALACIÓN . 45
2.4 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES 45
2.4.1 Circuito Directo CC 46
2.4.2 CIRCUITO ALTERNO CA 49

2.1 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

2.1.1 ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE

Para el cálculo de la radiación solar que afecta a las cubiertas del colegio público Elortza de Urduliz se han utilizado[6] los datos horarios de radiación solar suministrados por el SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA FOTOVOLTAICA (PVGIS) sobre el plano inclinado de la cubierta.

Se han tomado como referencia los datos aportados por esta aplicación, que tiene una base de datos de satélite de 18 años para estimar la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra. Este método utiliza datos de satélites meteorológicos geoestables.

Los datos de la radiación solar global incidente media diaria son de 2005 a 2023.

La radiación solar global media mensual que corresponde a la superficie inclinada del techo de la escuela es:

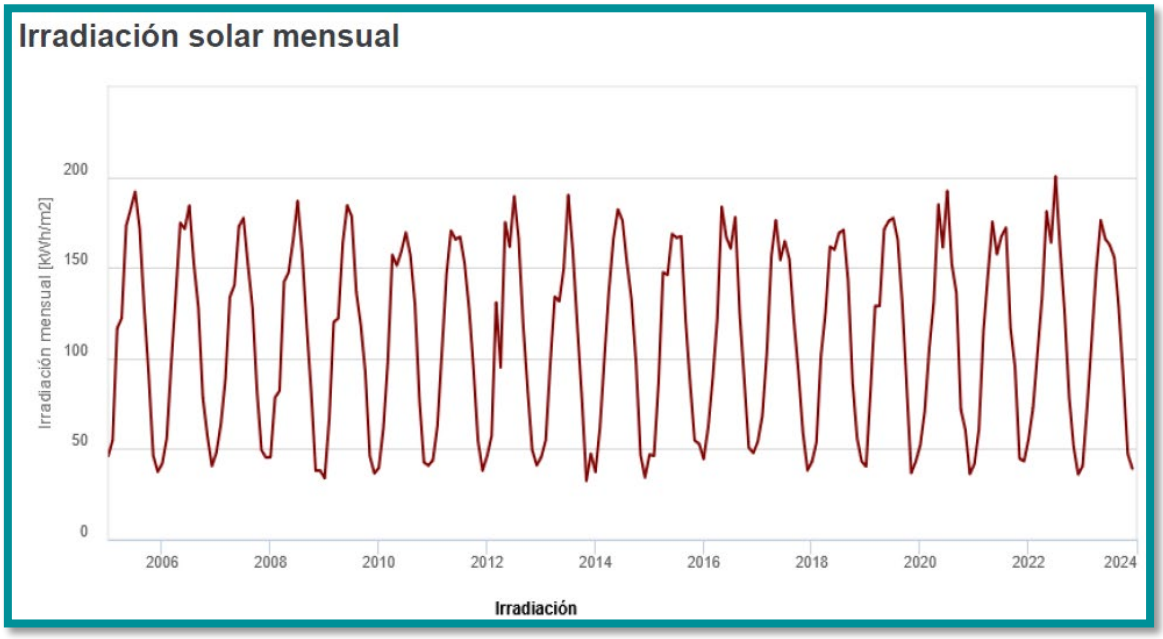


Imagen 21: Radiación solar global media mensual durante 18 años por kWh/m ^{2}.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Enero	46.16	42.1	47.97	45.53	34	39.64	43.88	46.16	45.61	37.51	46.91	44.61	54.14	43.01	40.37	52.14	41.85	55.6
Febrero	54.78	56.07	63.7	78.41	66.34	61.53	62.89	57.28	54.95	61.52	46.36	61.99	68.46	53.73	82.88	70.86	60.65	72.59
Marzo	116.69	98.07	88.59	82.15	120.02	97.88	104.22	130.84	97.56	99.87	86.52	88.81	103.18	101.39	128.87	105.81	115.14	103.24
Abril	122.13	134.63	133.91	142.29	122.14	157.07	146.42	95.12	134.06	137.12	147.48	121.63	156.56	125.2	128.96	131.36	145.71	133.56
Mayo	173.24	174.77	140.47	147.42	163.52	151.26	170.38	175.02	131.52	166.08	146.06	183.62	176.09	161.69	171.25	184.83	175.3	181.07
Junio	182.29	171.54	172.91	165.09	184.3	159.14	165.67	161.6	149.61	182.12	168.61	166.82	154.39	160.06	175.73	161.27	157.61	163.97
Julio	191.92	184.18	177.38	186.8	178.41	169.4	167.03	189.43	190.06	176.04	166.55	160.77	164.64	169.17	177.47	192.3	167.4	200.33
Agosto	171.61	152.42	151.47	159.13	136.67	156.8	152.52	166.02	159.4	152.57	167.33	177.84	154.57	170.88	165.58	152.06	172.03	160.25
Septiembre	127.73	128.06	127.82	118.96	118.67	130.38	127.48	118.3	117.62	132.48	120.57	124.48	120.97	142.96	131.25	136.25	116.86	125.02
Octubre	90.82	78.33	81.77	82.13	92.44	76.9	94.2	82.55	78.43	97.93	86.53	87.93	92.35	86.87	84.93	71.84	95.36	78.48
Noviembre	46.38	57.18	49.43	38.15	46.25	42.72	54.29	49.45	32.57	46.71	54.78	50.89	59.11	56	36.88	60.51	44.76	51.51
Diciembre	37.48	40.78	45.37	38.12	36.61	40.91	38.23	41.02	47.36	34.45	52.89	47.87	38.33	43.35	43.03	36.28	43.39	36.07

[6] https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html#PVP

Tabla 4: Valores mensuales totales o promedio de las variables seleccionadas para cada mes, desde el año inicial hasta el último año. Los valores de irradiación se expresan en kWh/m².

La radiación solar global que afecta anualmente a la superficie de las cubiertas de la escuela pública Elortza de Urduliz es la siguiente:

$$G(15º, 21º) \text{ Anual} = 1.438{,}09 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$$

$$G(6º, 21º) \text{ Anual} = 1.373{,}61 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$$

Resultados obtenidos mediante simulación en PVGIS:

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

Datos proporcionados:		Resultados de la simulación	
Latitud/Longitud:	43.373,-2.950	Ángulo de inclinación:	15 °
Horizonte:	Calculado	Ángulo de azimut:	21 °
Base de datos:	PVGIS-SARAH3	Producción anual FV:	55370.27 kWh
Tecnología FV:	Silicio cristalino	Irradiación anual:	1438.09 kWh/m²
FV instalado:	48.4 kWp	Variación interanual:	1501.71 kWh
Pérdidas sistema:	14 %	Cambios en la producción debido a:	
		Ángulo de incidencia:	-3.23 %
		Efectos espectrales:	1.44 %
		Temperatura y baja irradiancia:	-5.77 %
		Pérdidas totales:	-20.45 %

Imagen 22: Resultados de la simulación mediante PVGIS para los módulos fotovoltaicos instalados en la cubierta de teja

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

Datos proporcionados:		Resultados de la simulación	
Latitud/Longitud:	43.373,-2.950	Ángulo de inclinación:	6 °
Horizonte:	Calculado	Ángulo de azimut:	21 °
Base de datos:	PVGIS-SARAH3	Producción anual FV:	83892.2 kWh
Tecnología FV:	Silicio cristalino	Irradiación anual:	1373.61 kWh/m²
FV instalado:	77 kWp	Variación interanual:	2150.38 kWh
Pérdidas sistema:	14 %	Cambios en la producción debido a:	
		Ángulo de incidencia:	-3.55 %
		Efectos espectrales:	1.4 %
		Temperatura y baja irradiancia:	-5.7 %
		Pérdidas totales:	-20.68 %

Imagen 23: Resultados de la simulación mediante PVGIS para los módulos fotovoltaicos instalados en la cubierta de chapa

2.1.2 CÁLCULO DE LA ENERGÍA ÚTIL PRODUCIDA

Como sabemos por experiencia, ningún medio de conversión de energía es perfecto, y la energía solar fotovoltaica no está exenta de irreversibilidad.

En la conversión fotovoltaica, hay que tener en cuenta ciertas pérdidas. Sin embargo, básicamente podemos clasificarlas en dos tipos: las pérdidas correspondientes a la naturaleza de la conversión fotovoltaica y las pérdidas eléctricas de los equipos.

- ✓ PÉRDIDAS POR LA CONDICIÓN FV:

  - **Rendimiento fotovoltaico.** Las células fotovoltaicas de silicio tienen una eficiencia cercana al 20%.

  - **Pérdidas de fabricación.** Los métodos de fabricación tienen defectos y en realidad no se pueden crear dos objetos completamente iguales. Los módulos solares se realizan con tolerancias que, aunque son cada vez más pequeñas, siempre lo son. Los módulos que componen la instalación tienen una tolerancia del 0% /+ 3%.

  - **Efecto temperatura.** Es uno de los factores que más influyen en el rendimiento celular. El aumento de la temperatura conduce a una disminución de la tensión de la célula y, por lo tanto, a una menor potencia.

    La temperatura de los módulos depende de: la radiación incidente; la temperatura ambiente; y el coeficiente de transferencia de calor convectivo, que depende de la encapsulación del módulo, la forma en que está instalado y la velocidad del viento.

    En este proyecto utilizaremos módulos solares de la marca JA SOLAR (JAM72S30-550/MR) de 550 Wp o similar, con 144 células solares medias y 550 Wp de potencia unitaria.

    El fabricante nos proporciona los siguientes coeficientes de temperatura para la corriente de cortocircuito y para la tensión de circuito abierto respectivamente (ver ficha técnica en ANEXOS):

$$\gamma Pmax = -0{,}35\%/℃$$

$$\alpha Isc = +0{,}045\%/℃$$

$$\beta Voc = -0{,}275\%/℃$$

    Estos valores indican cuánto cambian al variar la temperatura de las células.

- ✓ PÉRDIDAS ELÉCTRICAS EN EQUIPOS:

  - **Pérdidas de conexiones eléctricas.** Los módulos fotovoltaicos están conectados eléctricamente en serie o en paralelo. Como es lógico, existen ciertas pérdidas eléctricas en las conexiones, pero estas pérdidas no son importantes debido a los conectores actuales.

  - **Pérdidas de rendimiento del inversor.** Los inversores fotovoltaicos presentan una serie de pérdidas en la transformación y modulación de la corriente continua procedente de los módulos en corriente alterna apta para ser conducida a la red eléctrica. Las pérdidas se producen en la conversión CC/CA y en los circuitos electrónicos del inversor. Cabe señalar que los inversores son cada vez más eficientes. El HUAWEI SUN2000-100KTL-M2 tiene una eficiencia máxima del 98,6% o una euroeficiencia del 98,4%. (ver documento: Ficha técnica ANEXOS).

  - **Pérdidas eléctricas en conductores.** Los conductores eléctricos tienen cierta resistividad (Cu y Al), por lo que se producen ciertas pérdidas durante el transporte de energía eléctrica. Sin embargo, estas pérdidas son mínimas ya que al dimensionar la sección de los conductores se acumulan dentro de ciertos valores.

En definitiva, teniendo en cuenta todas estas pérdidas, se puede definir un coeficiente global de pérdidas (más conocido como **Perfomance Ratio** o PR). Este PR es el resultado de todas las pérdidas del sistema y, según la experiencia, oscila entre 0,65 y 0,8.

La ecuación que proporciona la energía anual generada por la instalación puede escribirse como

$$\boldsymbol{E_{Sor}} = \frac{G_{Urteko}(\alpha, \beta) \times P_{mp} \times PR}{G_{CEM}}$$

donde:

- P_{mp} : que es la potencia punta del generador.
- G_{CEM}: 1 kW/m ^{2}

Módulos fotovoltaicos instalados en cubierta de teja

Parte del generador se ubicará en la cubierta de teja de la escuela pública Elortza de Urduliz, coplanada a la cubierta, con una inclinación de 15º y según su orientación suroeste:

- Incidente de radiación general anual:

$$G_{Por\ año}\ (15º, 21º) = 1.438{,}09\ \text{kWh/m}^2$$

- Potencia total del generador fotovoltaico: P_{mp}

Número total de módulos 88 módulos de 550 Wp

Potencia punta; Pmp = 48,40 kWp

- Coeficiente General de Pérdidas o PR: pérdidas por aumento de temperatura de las células, pérdidas por dispersión de parámetros (tolerancias de fabricación), pérdidas eléctricas, eficiencia del inversor, etc.; estimación 20,45% (PVGIS), es decir:

$$PR = 0{,}7955$$

Así, se estima que la **energía útil generada anualmente por el generador fotovoltaico** es:

$$\boldsymbol{E_{Sor}} = \textbf{55.370,27 kWh al año}$$

A continuación se puede ver la estimación de la producción mensual del sistema fotovoltaico:

TEILAZKO ESTALKIA

HILABETEA	Esor [kWh/egun]	Esor [kWh/hilab]
Urtarrila	72,08	2.234,40
Otsaila	109,60	3.068,77
Martxoa	149,52	4.635,00
Apirila	187,04	5.611,20
Maiatza	212,00	6.571,90
Ekaina	211,82	6.354,50
Uztaila	218,16	6.763,00
Abuztua	204,15	6.328,80
Iraila	178,38	5.351,50
Urria	127,05	3.938,40
Azaroa	80,12	2.403,50
Abendua	68,04	2.109,30
		55.370,27

Tabla 5: Estimación de la producción mensual en kW/h de los módulos fotovoltaicos instalados en la cubierta de teja.

Módulos fotovoltaicos instalados en la tapa de chapa

Parte del generador se ubicará en la cubierta de chapa de la escuela pública Elortza de Urduliz, coplanada a la cubierta, con una inclinación de 6º y según su orientación suroeste.

- Incidente de radiación general anual:

$$G_{Por\ año}(6º, 21º) = 1.373{,}61\ kWh/m^2$$

- Potencia del generador fotovoltaico: P_{mp}

Número total de módulos: 140 módulos de 550 Wp

Potencia punta: Pmp = 77,00 kWp

- Coeficiente General de Pérdidas o PR: pérdidas por aumento de temperatura de las células, pérdidas por dispersión de parámetros (tolerancias de fabricación), pérdidas eléctricas, eficiencia del inversor, etc.; estimación 20,68% (PVGIS), es decir:

$$PR = 0{,}7932$$

Así, se estima que la **energía útil generada anualmente por el generador fotovoltaico** es:

$$\mathbf{E_{Sor} = 83.892{,}20\ kWh/año}$$

A continuación se puede ver la estimación de la producción mensual del sistema fotovoltaico:

TXAPAZKO ESTALKIA

HILABETEA	Esor [kWh/egun]	Esor [kWh/hilab]
Urtarrila	98,45	3.052,10
Otsaila	155,60	4.356,80
Martxoa	222,55	6.899,20
Apirila	288,16	8.644,70
Maiatza	334,87	10.380,90
Ekaina	337,86	10.135,70
Uztaila	346,17	10.731,20
Abuztua	317,47	9.841,70
Iraila	267,89	8.036,70
Urria	182,99	5.672,60
Azaroa	110,80	3.324,00
Abendua	90,86	2.816,60
		83.892,20

Tabla 6: Estimación de la producción mensual en kW/h de los módulos fotovoltaicos instalados en la cubierta de chapa.

Generación conjunta

Así, se concluye que la **energía útil total que generará el generador fotovoltaico al año** será la suma de la energía que se genera en ambas cubiertas:

$$E_{Sor} = 139.262,47 \text{ kWh/año}$$

A continuación se puede ver la estimación de la producción mensual del sistema fotovoltaico:

SORKUNTZA BATERATUA

HILABETEA	Esor [kWh/egun]	Esor [kWh/egun]
Urtarrila	170,53	5.286,50
Otsaila	265,20	7.425,57
Martxoa	372,07	11.534,20
Apirila	475,20	14.255,90
Maiatza	546,86	16.952,80
Ekaina	549,67	16.490,20
Uztaila	564,33	17.494,20
Abuztua	521,63	16.170,50
Iraila	446,27	13.388,20
Urria	310,03	9.611,00
Azaroa	190,92	5.727,50
Abendua	158,90	4.925,90
		139.262,47

Tabla 7: Datos estimativos por kWh de la generación integrada de la instalación que se instalará en las cubiertas de la escuela pública Elortza de Urduliz

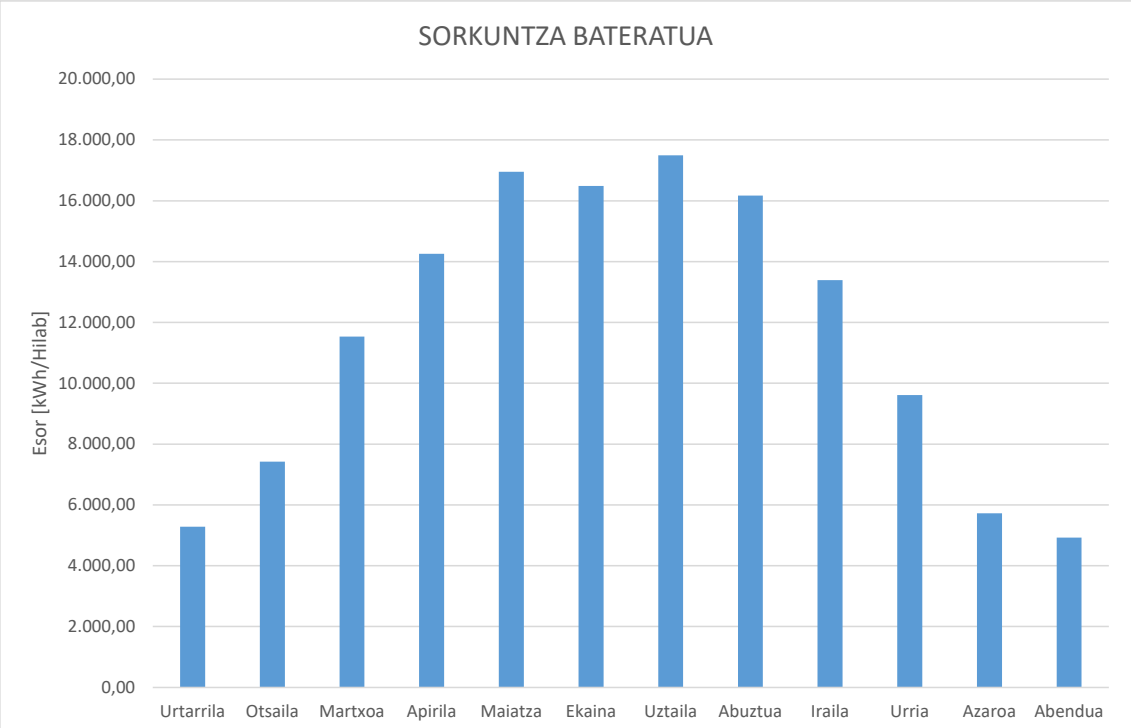


Imagen 24: Estimación de producción mes a mes

2.2 CÁLCULO DE SOMBRAS Y DISTANCIA

Es muy importante que no haya sombra en los módulos fotovoltaicos. Debido a que las células de un módulo están conectadas en varias series, es suficiente con que una de ellas esté a la sombra para reducir significativamente la potencia proporcionada por el módulo fotovoltaico.

El cálculo del posible apagado del generador fotovoltaico se realiza desde dos puntos de vista:

- Sombras proyectadas por obstáculos en el entorno de la instalación FV.
- Sombras generadas entre líneas modulares.

2.2.1 CÁLCULO DE SOMBRAS EN FUNCIÓN DE LOS OBSTÁCULOS

Para determinar las sombras proyectadas en los módulos por las barreras cercanas, en la práctica, el entorno se observa desde el punto medio del borde inferior del módulo, tomando como referencia la línea Norte/Sur. Con un barrido a ambos lados de la línea I-H, no se deben ver obstáculos delante de los módulos. De esta manera, obtendremos un “perfil de obstáculos”.

A continuación representamos el “perfil de obstáculos” obtenido en el Diagrama de Rutas del Sol, que representa la lista de rutas del sol a lo largo del año. Esta banda está dividida en partes limitadas por horas de sol.

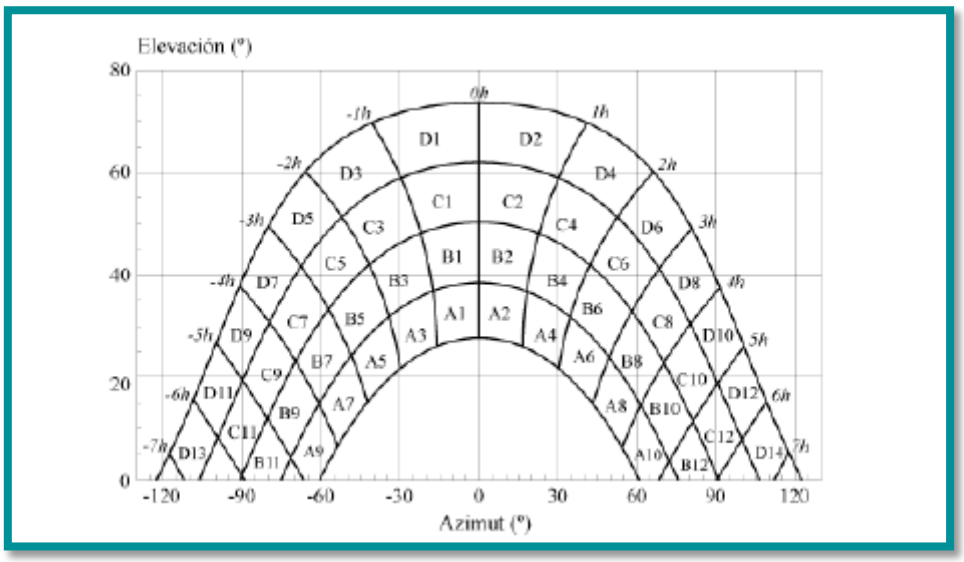


Imagen 25: Diagrama del recorrido del Sol

En el caso de las cubiertas que se estudian, no hay obstáculos en el entorno que impliquen sombras a los campos solares.

2.2.2 DISTANCIA MÍNIMA ENTRE LÍNEAS MODULARES

Para evitar las sombras que pueden aparecer entre líneas modulares, es necesario respetarlas a una distancia mínima que nos garantice la imposibilidad de proyectar sombras entre ellas. El intervalo mínimo entre módulos se establece de la siguiente manera: al mediodía solar del peor día (altura solar mínima), la sombra del borde superior de una fila debe proyectarse, como máximo, sobre el borde inferior de la línea siguiente.

En este proyecto, **la línea anterior no hará sombra a la línea trasera, ya que los paneles se ubicarán inclinados sobre las cubiertas, coplanares con ellas.**

2.3 JUSTIFICACIÓN DE LAS SOBRECARGAS

A la hora de realizar la justificación de la sobrecarga, se ha supuesto que el edificio de la escuela de Elortza cumple con los criterios constructivos del CTE. El conocimiento de la memoria de ejecución del edificio permitiría comprobar si el criterio constructivo del CTE soporta o no sobrecargas más exigentes que las establecidas.

Si se desea profundizar en la justificación de sobrecargas por parte del titular de la cubierta, debería contratar los servicios de una empresa dedicada expresamente a los cálculos estructurales.

2.3.1 CÁLCULO DE LA CARGA UNITARIA DE LA SUPERFICIE DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se calcula la carga unitaria de superficie de la instalación solar fotovoltaica, aportada por un módulo fotovoltaico, carriles, tornillos y clips.

La carga mecánica de la instalación corresponde a la estructura del módulo fotovoltaico y del soporte.

En este caso, se tendrán en cuenta las siguientes cargas:

- Cada módulo fotovoltaico JA SOLAR JAM72S30-550/MR pesa 28,1 kg según la ficha técnica.

- Los paneles se fijarán mediante 4 grapas de unos 75g: 4 x 0,075 = 0,3 kg/panel
- Los rieles de aluminio pesan 0,664kg/m ^{2} y afectan a cada panel a 4m, con un peso total de 2,656 kg por panel.

Por lo tanto, la carga total por módulo fotovoltaico es

$$\alpha = 28{,}1 + 0{,}3 + 2{,}656 = 31{,}056\ kg/mod$$

Teniendo en cuenta la superficie de cada módulo fotovoltaico (2.278 x 1.134 mm), se obtiene una carga unitaria de superficie de: 12,02 kg/m ^{2}, lo que equivale a 0,118 kN/m ^{2}.

Dado que los módulos tendrán la misma inclinación y orientación que la cubierta, la ubicación del generador no producirá cambios estructurales en la forma de las cubiertas de la escuela Elortza, manteniendo las condiciones iniciales en cuanto a la influencia del viento y/o la nieve.

Por tanto, teniendo en cuenta que el edificio cumple los criterios constructivos del CTE, se asegura que la carga que genera la instalación no supere la carga mínima de uso que debería soportar la cubierta (1 kN/m ^{2}).

Con todo ello se justifica el cumplimiento de la seguridad estructural de las cubiertas de la escuela Elortza en la ejecución de la instalación objeto del proyecto.

2.4 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

Para calcular la sección de los conductores, la instalación fotovoltaica se divide en dos partes: **Circuito de Corriente Continua (CC)** y **Circuito de Alterno (CA)**.

La sección de conductores eléctricos se calculará de acuerdo con las condiciones señaladas **en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE** y **en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión**:

Para la determinación reglamentaria de la sección de un cable se calculará la sección mínima normalizada que cumpla simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- *Criterio de intensidad máxima admisible o calentamiento*

La temperatura del conductor del cable, a plena carga y en régimen permanente, nunca debe exceder la temperatura máxima admisible asignada a los materiales utilizados para aislar el cable.

- *Criterio de caída de tensión*

La circulación de corriente a través de los conductores provoca la pérdida de potencia transportada por el cable y la caída de tensión o diferencia entre las tensiones del origen de la canalización y las del extremo. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites establecidos por la normativa en cada parte de la instalación para garantizar el funcionamiento de los receptores que alimenta el cableado.

- *Criterio de intensidad de cortocircuito*

La temperatura alcanzable por el conductor del cable debido a un cortocircuito o a una sobreintensidad de corta duración no debe superar la temperatura máxima admisible de corta duración asignada a los materiales utilizados para aislar el cable (por menos de 5 segundos).

Para las instalaciones solares fotovoltaicas el "Pliego de Condiciones Técnicas de las instalaciones conectadas a red" del IDAE indica para el criterio de caída de tensión:

"La sección de los conductores será suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en los cables y cajas de conexión sean inferiores al 1,5% de la tensión de trabajo del tramo CC e inferiores al 2% en el tramo CA".

2.4.1 Circuito Directo CC

Para conectar las series de los módulos en el generador fotovoltaico utilizaremos conductores de cobre según la norma ITC-BT-14 y las recomendaciones para las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red:

"Todos los conductores serán de cobre (según la norma UNE 21022/IEC 228). Estos se aislarán con polietileno reticular, con aislamiento RVK 0,6/1 kV, normalizado según la norma UNE 21123. La red de distribución estará constituida por el conjunto de tríos de conductores, RV–K 0.6/1 kV UNE 21123 IEC 502 Conductores de cobre aislados de clase 90, que no serán de tensión nominal inferior a 1.000 V, sección según cálculos adjuntos, elementos de sustentación, etc. La red de distribución KA, desde el inversor hasta los contadores, está constituida por el tercer trío aislado de conductores de cobre de tipo RV–K 0,6/1 kV UNE 21123 IEC 502 90 sin tener una tensión nominal inferior a 1.000 V".

Al utilizar conductores con aislamiento termoestable, la temperatura máxima admisible del conductor durante el servicio continuo será de 90 °C.

- ✓ **Cálculo de la sección:**

Tramo A: Módulos FV – Inversor fotovoltaico de 100kW

La instalación consta de un inversor de 125,40 kWp y 100 kW de potencia nominal, que forma un sistema trifásico equilibrado.

Como ya se ha mencionado, el inversor de 100 kW estará conectado con tres series de módulo 18, dos series de módulo 17, cinco series de módulo 16 y cuatro series de módulo 15. El inversor (+,-) tiene doble entrada a los reguladores de máxima potencia de seguimiento MPPT.

Para calcular la sección de los conductores que componen las series hasta llegar al inversor fotovoltaico correspondiente, hay que tener en cuenta que existirán series más largas que otras.

Por ello, una vez conocida la posición de los inversores, se utiliza la longitud de la serie más larga para calcular la sección de los conductores. El inversor se situará en la pared del patio de la escuela Elortza, a unos 60 metros del contador de consumos del punto límite y del cuadro general de protecciones del consumo.

En condiciones óptimas de funcionamiento, los módulos trabajan en el punto de máxima potencia (MPP), que, desde el punto de vista del cálculo de la sección, es el peor de los casos. Además, tendremos en cuenta los valores máximos y mínimos de tensión e intensidad en función de la temperatura para dimensionar adecuadamente la sección de los conductores en los peores casos.

Para el cálculo de la sección de los conductores del tramo de corriente continua se utilizará la expresión

$$S = \frac{2 \times I \times L \times cos\varphi}{k_{CU} \times e}$$

o

$$S = \frac{2 \times P \times L}{k_{CU} \times e \times U}$$

donde I: intensidad en amperios

P: potencia en vatios

U: tensión en voltios

cosφ: Factor de potencia

L: longitud media en metros

S: sección en mm²

K $_{CU}$: conductividad del cobre $\frac{m}{\Omega \times mm^2}$ =56

e: caída máxima de tensión permitida en la línea (1,5% U). Así tenemos:

Tensión serie máxima (18 módulos) = 755,28 Vmp

Intensidad serie máxima = 13,11 Adc

Longitud máxima: 100 m

Caída de tensión máxima (1,5%)= 11,33 Vdc

cosΦ=1

k $_{CU}$= 56 $\frac{m}{\Omega \times mm^2}$

Con estos valores obtenemos:

A TARTEA - KZ zirkuituak - Modulu fotovoltaikoetatik 100 kW-eko inbertsorera															
Zirkuitua	Tentsioa (V)	Korrontea (A)	Potentzia (kW)	Eroalearen luzera (m)	Korrontea maximoaren dimentsionamendua ITC-BT-40-aren arabera (A)	ΔV (%)	ΔV (V)	Eroalea	ΔV maximoaren araberako sekzioa (mm2)	Aukeratutako sekzioa (mm2)	Sekzioaren intentsitate maximoa ITC-BT-19 (A)	ΔV (V)	ΔV (%)	Potentzia galera (W)	Potentziaren galera portzentuala (%)	Fusiblea (A)
L1	755,28	13,11	9,9	100	16,39	1,50%	11,329	Cu	4,133	6	49	7,8	1,03%	102,3	1,03%	20

Tabla 8: Sección de conductor del tramo A, desde el último módulo FV hasta el inversor.

Para el intervalo directo entre módulos fotovoltaicos e inversor se utilizará una manguera PV H1Z2Z2–K (AS) de 1,8 kV DC de 1 x 6 mm² de sección. Hay que llevar positivo y negativo en cada serie.

Para esta sección del conductor se cumple lo establecido en la ITC-BT 40 y en la ITC-BT 19 (intensidades admisibles en el aire (A), 40°C; número de conductores con carga; y la naturaleza del aislamiento XLPE.

Se comprobará que la intensidad de cálculo es inferior a la intensidad máxima permitida por el conductor (Tabla 1 ITC-BT-19) con un factor de corrección debido a la temperatura (Tabla 7 ITC-BT-06).

$$I_{máx} \times k \geq I_{kalk}$$

I $_{SC}$ es la intensidad de cortocircuito del módulo en condiciones estándar, incrementado en un 25% según ITC-BT-40. se analiza la corriente máxima permitida para el cable de 6 mm².

$$I_{kalk} = 1{,}25 \times I_{SC} = 1{,}25 \times 14{,}00 \times 1 = 17{,}50\ A$$

Así, en el caso de cables unipolares con canal protector, la instalación sería del tipo B1 de este ITC-BT-19, por lo que en la sección instalada de 6 mm² con cable con aislamiento termófilo de polietileno de cadena entrecruzada (2xXLPE), su intensidad máxima admisible sería de 49 A.

Según la tabla 7 de la ITC-BT-06, en el caso de cables aislados con polietileno reticulado, el factor de corrección sería de 0,9 a una temperatura de 50 °C, por lo que la intensidad máxima admisible del conductor instalado sería de 49 x 0,9= **44,1 A**, superior a la intensidad de servicio de la línea definida (17,50 A).

Tabla C.52.1 bis – Corrientes admisibles en amperios – Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de referencia de la tabla B.52.1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento																	
A1		PVC3	PVC2				XLPE 3		XLPE 2									
A2	PVC3	PVC2			XLPE 3		XLPE 2											
B1				PVC3		PVC2					XLPE 3				XLPE 2			
B2			PVC3	PVC2					XLPE 3		XLPE 2							
C						PVC3				PVC2			XLPE 3			XLPE 2		
E								PVC3				PVC2			XLPE 3		XLPE 2	
F										PVC3				PVC2		XLPE 3		XLPE 2
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm² Cobre																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	–
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	–
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	–
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	–
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	–
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	–
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
35	–	–	–	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
50	–	–	–	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
70	–	–	–	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
95	–	–	–	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
120	–	–	–	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	–	–	–	–	–	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
185	–	–	–	–	–	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	–	–	–	–	–	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617

Tabla 9: Corrientes máximas permitidas por sección

2.4.2 CIRCUITO ALTERNO CA

Este circuito va desde la salida de cada inversor trifásico hasta el enlace con la red de distribución de baja tensión propuesta a la empresa distribuidora.

La selección del cableado se realizará siguiendo las normas de referencia UNE 20 460–5–523 e ITC–BT–07.

Sistema de instalación	Sistema de canalización (calidad mínima)		Cable	
Superficial	Tubo 4321 No propagador de la llama	Compresión Fuerte (4), Impacto Media (3), Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50086-2-1	RZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-4
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		
Empotrado	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2	DZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1KV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-5
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		
Enterrado	Tubo: (Propiedades de propagación de la llama no declaradas)	Compresión 250/450N (hormigón / suelo ligero), Impacto Ligera / Normal. UNE-EN 50086-2-4	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
Canal de obra [3]			RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2				
Nota 1: Según la norma UNE 21 022 los conductores clase 5 son aquellos constituidos por numerosos alambres de pequeño diámetro que le dan la característica de flexible. Nota 2: las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares. Nota 3: Cuando en una canal de obra se utilicen tubos o canales protectoras, éstos deberán cumplir con las características prescritas para sistemas de instalación empotrados.				

Tabla 10: Características mínimas de los cables y sistemas de conducción

Intensidad max. admisible (A) en el conductor de cobre (cable unipolar RZ1-K) (en función de la sección del cable y del tipo de instalación)

tipo de instalación	Sección nominal del conductor (Cu), mm^2										
	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
tubos empotrados en pared de obra [1]	60	80	106	131	159	202	245	284	338	386	455
tubos en montaje superficial											
canal protectora											
conductos cerrados de obra de fábrica											
tubos enterrados [2]	77	100	128	152	184	224	268	304	340	384	440
Nota 1: Según tabla 1 de la ITC-19, método B, columna 8, temperatura ambiente 40 ºC, Nota 2: ITC-BT 07 Apdo. 3.1.2.1 y factor de corrección 0,8 según apdo. 3.1.3											

Tabla 11: Tabla de equivalencias entre sección e intensidad máxima

Tramo B: del inversor fotovoltaico de 100kW – Al cuadro de Protección y Medición (BNK/CPM) – A la caja de generación

Este circuito de corriente alterna es trifásico. De la salida del inversor Huawei SUN2000-100KTL-M2 o del inversor de puesta saldrán 5 conductores (3 fases+neutro+puesta a tierra) hasta el armario de protección.

Para el cálculo de las secciones de los conductores de CA se han seguido los siguientes pasos:

- La potencia máxima que puede proporcionar el inversor fotovoltaico es la potencia nominal.
- Para calcular la intensidad del circuito se utiliza la siguiente ecuación para sistemas trifásicos (elegimos el equipo de mayor potencia):

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} = \frac{100.000}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} = 144{,}34\ A$$

Donde:

I: intensidad en amperios

P: potencia máxima del inversor en Vatios = 100.000 W

U: tensión en Voltios = 400 V

cosφ: Factor de potencia = 1 en condiciones MPPT

- A la salida del inversor los conductores se trasladarán al armario de protección de la instalación fotovoltaica. Una vez conocida la intensidad del circuito en amperios, de acuerdo con la norma contenida en la Instrucción ITC–BT–07, sobre conductores instalados por tubería de distribución de baja tensión, se obtienen los parámetros necesarios para definir el conductor de sección mínima exigido.

El cuadro general de protecciones se ubicará junto al inversor fotovoltaico.

- Tendrá un valor de salto de tensión máximo del 2% en todo el circuito de corriente alterna hasta su conexión a la red interna del cliente.
- según la tabla 2 (intensidad máxima admisible) y teniendo en cuenta el criterio de caída de tensión, se verificará la sección mínima necesaria:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times I \times L \times cos\varphi}{k_{CU} \times e}$$

o bien:

$$S = \frac{P \times L}{k_{CU} \times e \times U}$$

Donde:

Tensión: 400 V

Potencia máxima a transportar: 100 kW

Longitud trifásica: 60 m

Caída de tensión (1,5%): 6V

$\cos\varphi$ =1

k $_{CU}$=56

Así, en el caso de los cables multipolares de canal protector, la instalación sería de tipo B2 según ITC-BT-19, por lo que en la sección instalada de 70 mm² con cable con aislamiento termófilo de polietileno de cadena entrecruzada (3xXLPE), su intensidad máxima admisible sería de 178 A.

En este caso no se aplicarán factores de corrección.

Con estos valores obtenemos:

B TARTEA - KA ZIRKUITUA - 100 kW-eko Inbertsoretik BKO-ra																	
Zirkuitua	Tentsioa (V)	Korrontea (A)	Potentzia (kW)	Cos φ	Eroalearen luzera (m)	Korrontea maximoaren dimentsionamendua ITC BT-40-aren arabera (A)	ΔV (%)	ΔV (V)	Eroalea	ΔV maximoaren araberako sekzioa (mm2)	Aukeratutako sekzioa (mm2)	Sekzioaren intentsitate maximoa ITC-BT-19 (A)	ΔV (V)	ΔV (%)	Potentzia galera (W)	Potentziaren galera portzentuala (%)	Babesen intentsitate nominala (A)
L1	400	144,34	100	1	60	180,42	1,5%	6	Cu	44,64	70	178	3,827	0,96%	956,63	0,96%	160

Tabla 12: Sección de conductor del tramo B, del inversor al cuadro general de protección

De esta forma, desde la salida del inversor fotovoltaico hasta el armario de protección, se utilizarán conductores de sección 1x70 mm² en función de los valores normalizados.

Aunque el Cuadro de Protección y Medida (CPM) se encuentra a unos 60 m de la salida del inversor y del cuadro de protección, al estar la caída de tensión dentro del límite permitido, se utilizará la misma sección en ambos tramos hasta la conexión a red.

Los conductores a instalar serán del tipo RZ1 0,6/1kV, sin halógenos de sección 1x70mm².

Bilbao, 23 de abril de 2025
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado n.º 9264 del Colegio de Bilbao

D. Koldo García Madariaga

3 DOCUMENTO: PLANOS



UDALERRIA: URDULIZ (48610)
LURRALDE HISTORIKOA: BIZKAIA
UTM KOORDENATUAK: 30T ; X: 504042,85; Y: 4802289,21
KOORDENATUAK: Latitud: 43.37346°; Longitud: -2.95010°

NAFARKOOP ENERGIA S.COOP
KALE BERRIA 111, IRUÑA (NAFARROA)
TLF. 948 504 135
E-MAIL: proiektuak@nafarkoop.eus https://nafarkoop.eus/

INGENIEROS / INGENIEROAK:
KOLDO GARCIA MADARIAGA
ARITZ URIBE ETXEBERRIA JAUREGI

PROYECTO / EGITASMOA:
AUTOKONTSUMORAKO 100 kWn-KO EGUZKI-INSTALAZIO FOTOVOLTAIKO KOLEKTIBOA

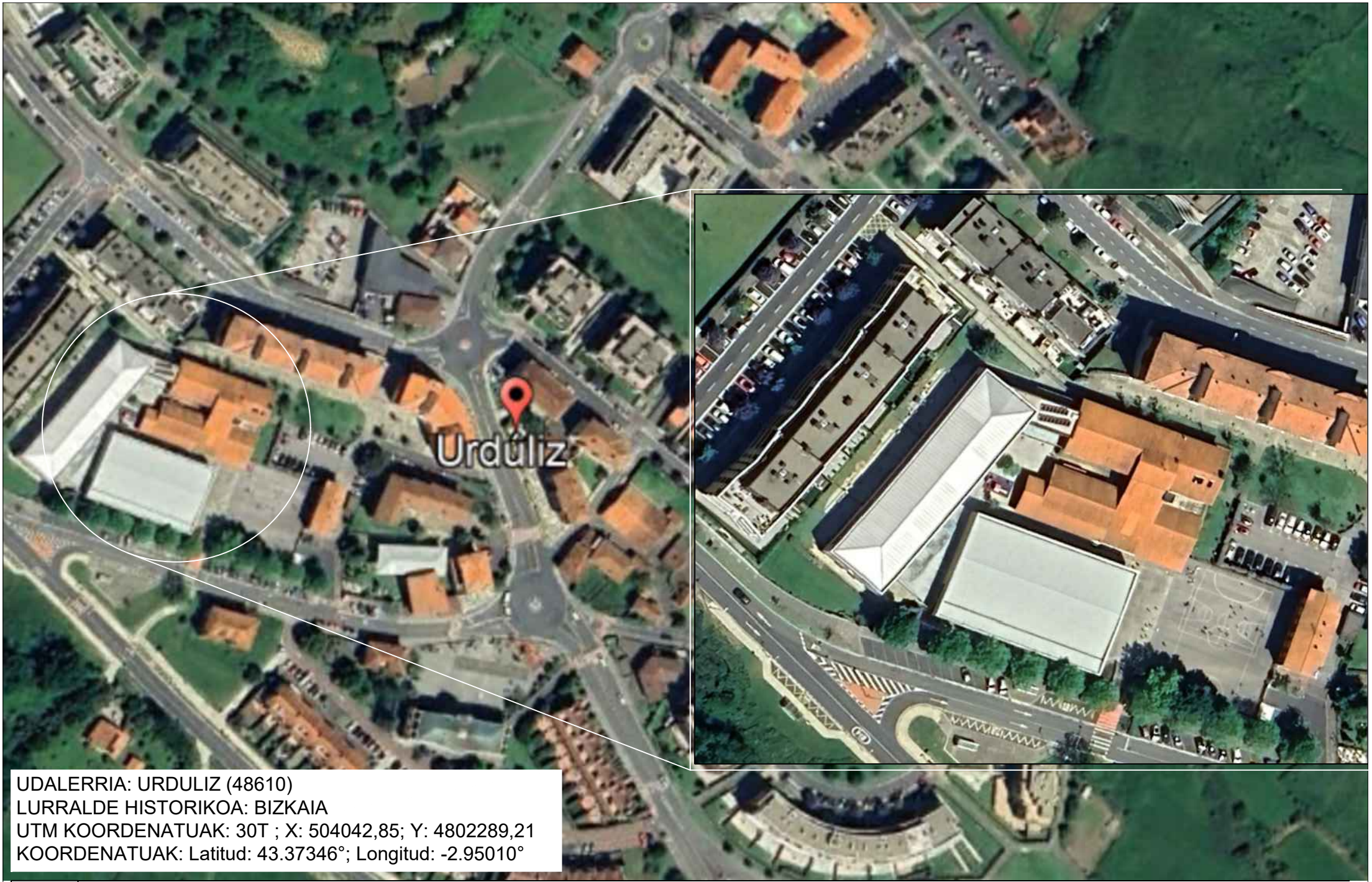
EXPTE / ESPTEA: 25AUT_012
FECHA / DATA: 2025/03/27

SITUACION / KOKAPENA:
Aita Gotzon Kalea, 8, 48610 Urduliz (Bizkaia)

CLIENTE / BEZERO: URDULIZKO UDALA

PLANO / PLANUA:
KOKAPEN-PLANOA / PLANO DE SITUACIÓN

ULTIMA REVISION: 2025/03/27
ESCALA / ESKALA: S/E
Nº PLANO / PLANU ZKIA: n001



UDALERRIA: URDULIZ (48610)
LURRALDE HISTORIKOA: BIZKAIA
UTM KOORDENATUAK: 30T ; X: 504042,85; Y: 4802289,21
KOORDENATUAK: Latitud: 43.37346°; Longitud: -2.95010°

NAFARKOOP ENERGIA S.COOP
KALE BERRIA 111, IRUÑA (NAFARROA)
TLF. 948 504 135
E-MAIL: proiektuak@nafarkoop.eus https://nafarkoop.eus/

INGENIEROS / INGENIEROAK:
KOLDO GARCIA MADARIAGA
ARITZ URIBE ETXEBERRIA JAUREGI

PROYECTO / EGITASMOA:
AUTOKONTSUMORAKO 100 kWn-KO EGUZKI-INSTALAZIO FOTOVOLTAIKO KOLEKTIBOA

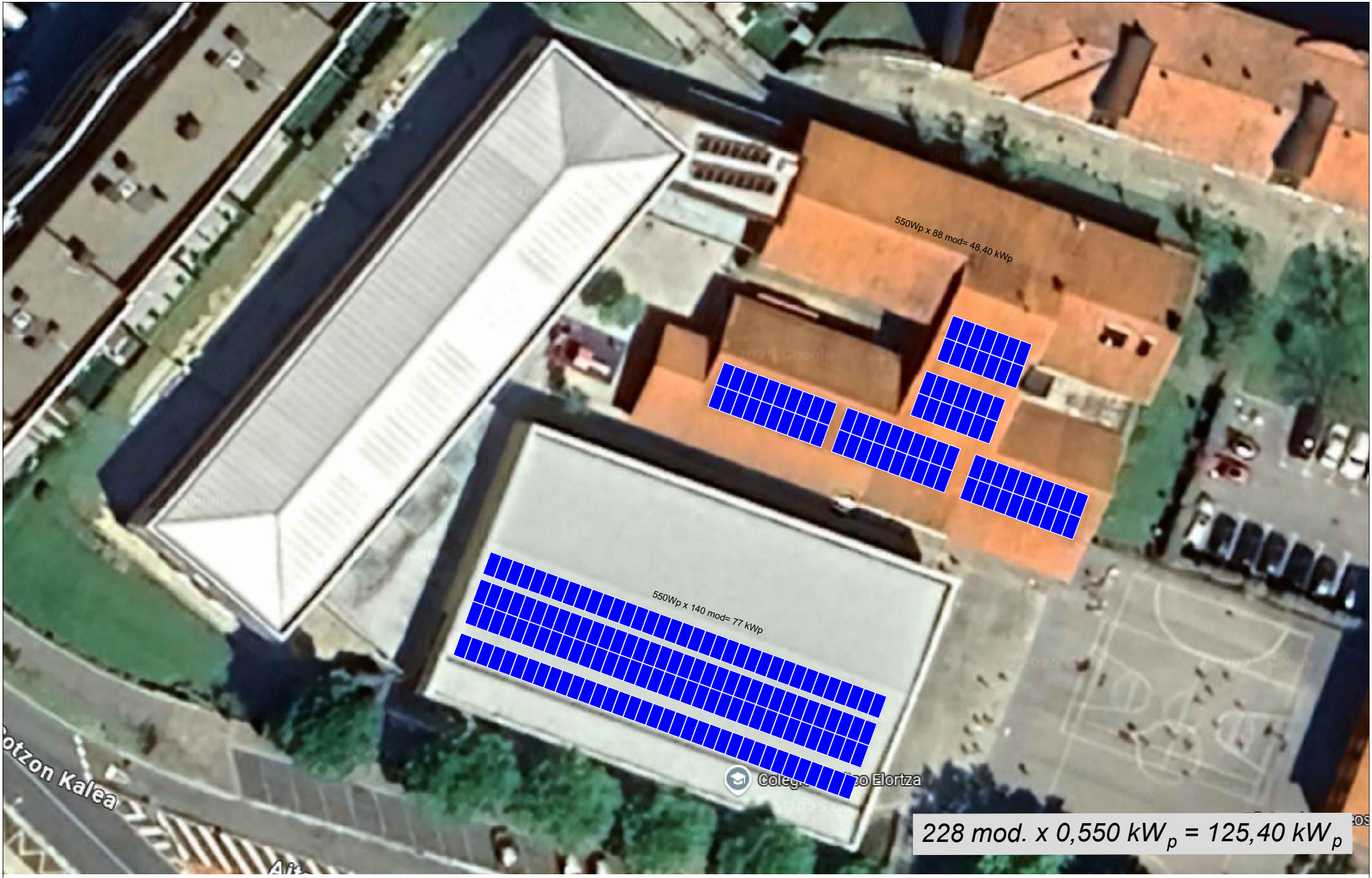
EXPTE / ESPTEA: 25AUT_012
FECHA / DATA: 2025/03/27

SITUACION / KOKAPENA:
Aita Gotzon Kalea, 8, 48610 Urduliz (Bizkaia)

CLIENTE / BEZERO: URDULIZKO UDALA

PLANO / PLANUA:
KOKAPEN-PLANOA (2) / PLANO DE SITUACIÓN (2)

ULTIMA REVISION: 2025/03/27
ESCALA / ESKALA: S/E
Nº PLANO / PLANU ZKIA: n002



NAFARKOOP ENERGIA S.COOP
KALE BERRIA 111, IRUÑA (NAFARROA)
TLF. 948 504 135
E-MAIL: proiektuak@nafarkoop.eus https://nafarkoop.eus/

INGENIEROS / INGENIEROAK:
KOLDO GARCIA MADARIAGA
ARITZ URIBE ETXEBERRIA JAUREGI

PROYECTO / EGITASMOA:
AUTOKONTSUMORAKO 100 kWn-KO EGUZKI-INSTALAZIO FOTOVOLTAIKO KOLEKTIBOA

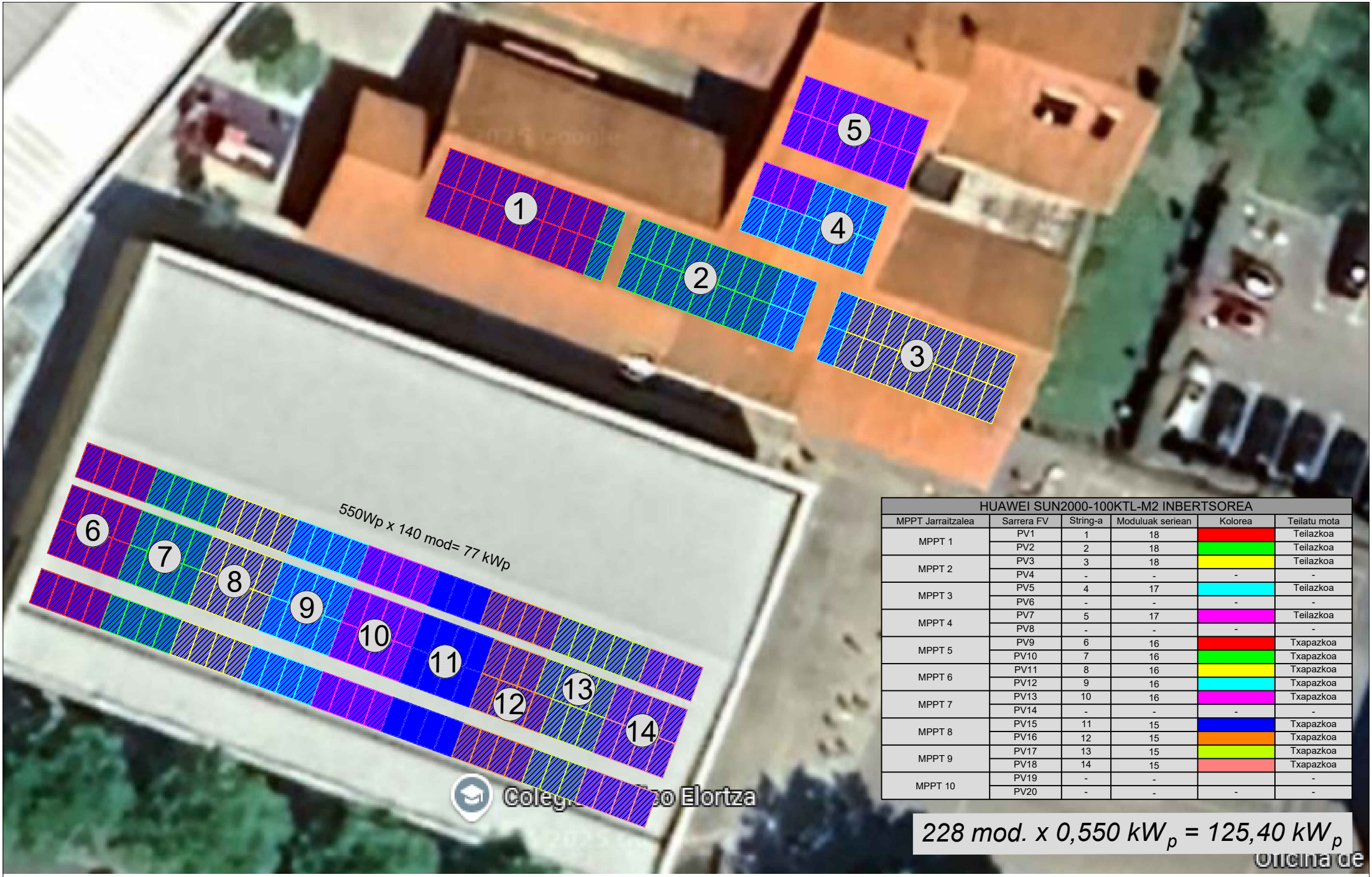
EXPTE / ESPTEA: 25AUT_012
FECHA / DATA: 2025/03/27

SITUACION / KOKAPENA:
Aita Gotzon Kalea, 8, 48610 Urduliz (Bizkaia)

CLIENTE / BEZERO: URDULIZKO UDALA

PLANO / PLANUA:
DISTRIBUZIO - PLANOA / PLANO DE DISTRIBUCIÓN

ULTIMA REVISION: 2025/03/27
ESCALA / ESKALA: S/E
Nº PLANO / PLANU ZKIA: 003



HUAWEI SUN2000-100KTL-M2 INBERTSOREA					
MPPT Jarraitzalea	Sarrera FV	String-a	Moduluak seriean	Kolorea	Teilatu mota
MPPT 1	PV1	1	18		Teilazkoa
	PV2	2	18		Teilazkoa
MPPT 2	PV3	3	18		Teilazkoa
	PV4	-	-	-	-
MPPT 3	PV5	4	17		Teilazkoa
	PV6	-	-	-	-
MPPT 4	PV7	5	17		Teilazkoa
	PV8	-	-	-	-
MPPT 5	PV9	6	16		Txapazkoa
	PV10	7	16		Txapazkoa
MPPT 6	PV11	8	16		Txapazkoa
	PV12	9	16		Txapazkoa
MPPT 7	PV13	10	16		Txapazkoa
	PV14	-	-	-	-
MPPT 8	PV15	11	15		Txapazkoa
	PV16	12	15		Txapazkoa
MPPT 9	PV17	13	15		Txapazkoa
	PV18	14	15		Txapazkoa
MPPT 10	PV19	-	-		-
	PV20	-	-	-	-

228 mod. x 0,550 kW$_p$ = 125,40 kW$_p$

NAFARKOOP ENERGIA S.COOP
KALE BERRIA 111, IRUÑA (NAFARROA)
TLF. 948 504 135
E-MAIL: proiektuak@nafarkoop.eus https://nafarkoop.eus/

INGENIEROS / INGENIEROAK:
KOLDO GARCIA MADARIAGA
ARITZ URIBE ETXEBERRIA JAUREGI

PROYECTO / EGITASMOA:
AUTOKONTSUMORAKO 100 kWn-KO EGUZKI-INSTALAZIO FOTOVOLTAIKO KOLEKTIBOA

EXPTE / ESPTEA: 25AUT_012 | FECHA / DATA: 2025/03/27

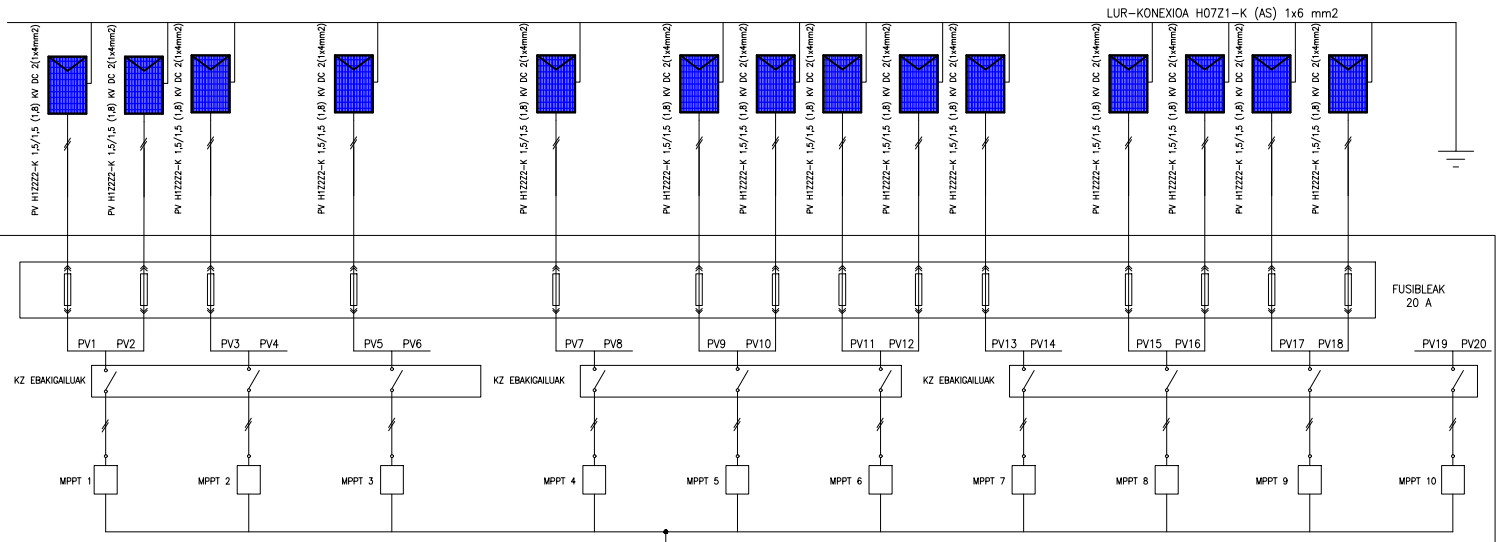
SITUACION / KOKAPENA:
Aita Gotzon Kalea, 8, 48610 Urduliz (Bizkaia)

CLIENTE / BEZERO: URDULIZKO UDALA

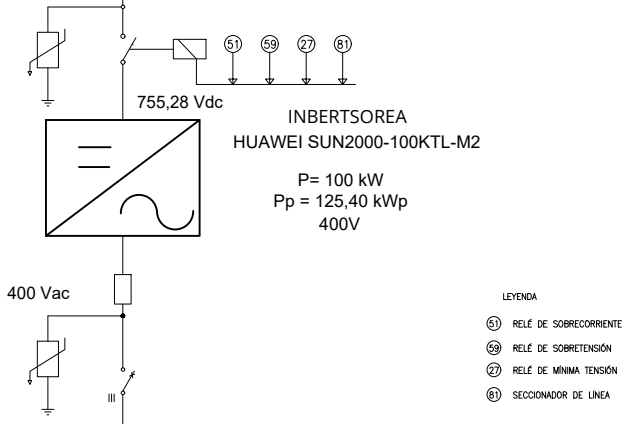
PLANO / PLANUA:
STRING BANAKETA - PLANOA / PLANO DE STRING

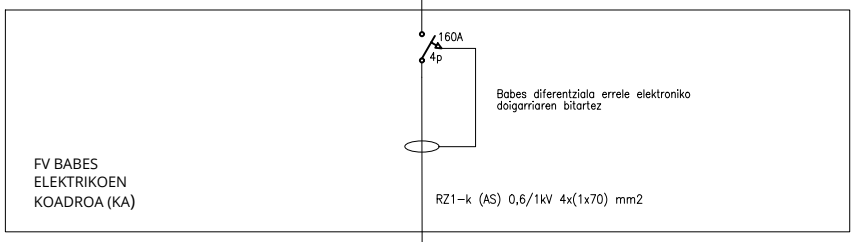
ULTIMA REVISION: 2025/03/27 | ESCALA / ESKALA: S/E | Nº PLANO / PLANU ZKIA: 004

EGUZKI EREMUA 125,40 kWp / 100 kWn

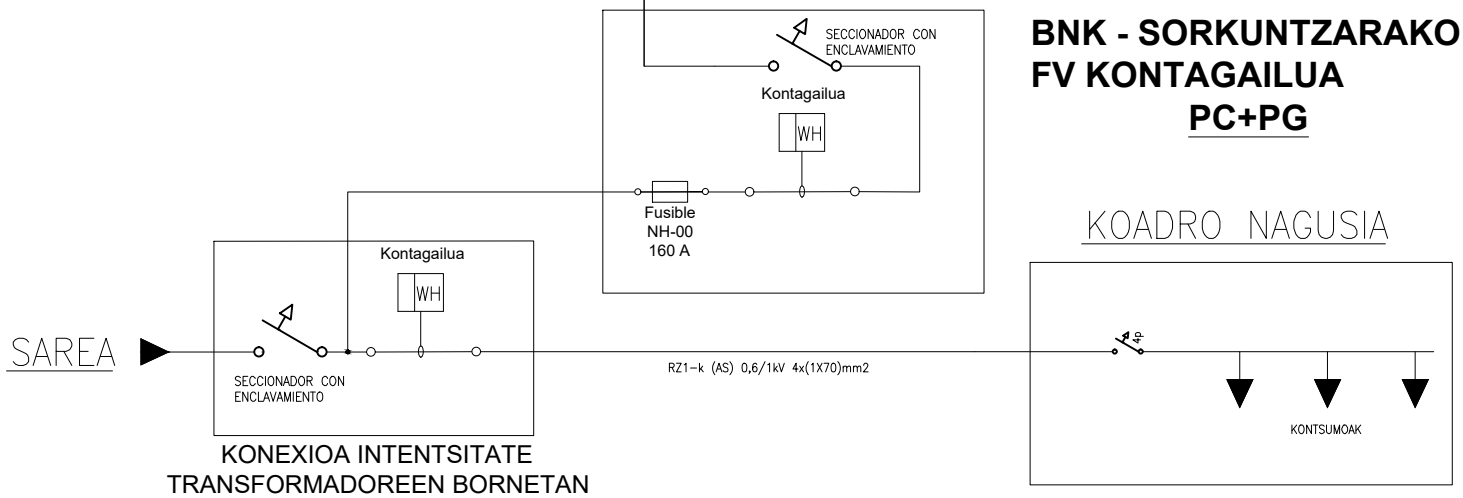


INBERTSOREA: HUAWEI SUN2000-100KTL-M2			
MPPT Jarraitzailea	Sarrera FV	String	Moduluak seriean
MPPT 1	PV1	1	18
	PV2	2	18
MPPT 2	PV3	3	18
	PV4	-	-
MPPT 3	PV5	4	17
	PV6	-	-
MPPT 4	PV7	5	17
	PV8	-	-
MPPT 5	PV9	6	16
	PV10	7	16
MPPT 6	PV11	8	16
	PV12	9	16
MPPT 7	PV13	10	16
	PV14	-	-
MPPT 8	PV15	11	15
	PV16	12	15
MPPT 9	PV17	13	15
	PV18	14	15
MPPT 10	PV19	-	-
	PV20	-	-
GUZTIRA			228





BNK - SORKUNTZARAKO FV KONTAGAILUA PC+PG



KONEXIOA INTENTSITATE TRANSFORMADOREEN BORNETAN (KONTAGAILUAREN AURRETIK), BABES ETA NEURRI KOADROAN

NAFARKOOP ENERGIA S.COOP
KALE BERRIA 111, IRUÑA (NAFARROA)
TLF. 948 504 135
E-MAIL: proiektuak@nafarkoop.eus https://nafarkoop.eus/

INGENIEROS / INGENIEROAK:
KOLDO GARCIA MADARIAGA
ARITZ URIBE ETXEBERRIA JAUREGI

PROYECTO / EGITASMOA: AUTOKONTSUMORAKO 100 kWn-KO EGUZKI-INSTALAZIO FOTOVOLTAIKO KOLEKTIBOA	SITUACION / KOKAPENA: Aita Gotzon Kalea, 8, 48610 Urduliz (Bizkaia)	PLANO / PLANUA: ESKEMA UNIFILARRA / ESQUEMA UNIFILAR	
EXPTE / ESPTEA: 25AUT_012 — FECHA / DATA: 2025/04/23	CLIENTE / BEZERO: URDULIZKO UDALA	ULTIMA REVISION: 2025/04/23 — ESCALA / ESKALA: S/E	Nº PLANO / PLANU ZKIA: n005

4 DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

ÍNDICE DEL DOCUMENTO 4

4 DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES 59
4.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES 61
4.1.1 CONDICIONES GENERALES 61
4.1.2 REGLAMENTOS Y NORMAS 61
4.1.3 MATERIALES 61
4.1.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 61
4.1.5 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO 62
4.1.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS 62
4.1.7 MODIFICACIONES 62
4.1.8 OBRA DEFECTUOSA 62
4.1.9 MEDIOS COMPLEMENTARIOS 63
4.1.10 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS 63
4.1.11 RECEPCIÓN DE OBRAS 63
4.2 CONDICIONES ECONÓMICAS 63
4.2.1 PAGO DE LA OBRA 63
4.2.2 PRECIOS 63
4.2.3 REVISIÓN DE PRECIOS 64
4.2.4 PENALIZACIONES 64
4.2.5 CONTRATO 64
4.2.6 RESPONSABILIDADES 64
4.2.7 RESCISIÓN DEL CONTRATO 64
4.2.8 LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO 65
4.3 CONDICIONES FACULTATIVAS 65
4.3.1 NORMAS DE APLICACIÓN 65
4.3.2 PERSONAL 66
4.3.3 ESTUDIOS Y ENSAYOS PREVIOS 66
4.4 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS 66
4.4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS 66
4.4.2 HORMIGONES 67
4.4.3 ESTRUCTURA METÁLICA 68
4.4.4 CONDICIONES TECNICAS ELECTRICAS 68
4.4.4.1 EQUIPOS ELÉCTRICOS 68
4.4.4.2 CUADROS ELÉCTRICOS 69
4.4.4.3 PUESTA A TIERRA 70
4.4.4.4 EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA 70
4.4.5 CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS 71
4.4.5.1 COMPONENTES Y MATERIALES 71
4.4.5.2 MANTENIMIENTO 76
4.4.5.3 NORMATIVA VIGENTE 77

4.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

4.1.1 CONDICIONES GENERALES

Este documento forma parte de la documentación del proyecto a la que hace referencia y será directriz en las obras de elaboración del mismo.

Se entiende por dirección de obra el Ingeniero Superior y/o Ingeniero Técnico encargado de la dirección y los técnicos responsables del control de calidad y del seguimiento de la seguridad, aunque deban desempeñar más de una de estas funciones. Asimismo, tendrán la consideración de dirección los técnicos encargados de la totalidad o parte de la obra, con la titulación adecuada a la función que desempeñen, con la responsabilidad garantizada por el correspondiente contrato.

Por el mero hecho de intervenir en la obra, cabe suponer que los gremios o subcontratas conocen y aceptan este **documento de condiciones generales**.

4.1.2 REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo los preceptos indicados en los reglamentos de seguridad y normas técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto a nivel estatal, como autonómico, municipal y demás que se establezcan en la Memoria Descriptiva.

Además, se ajustarán a las presentes condiciones particulares, complementarias a las señaladas en los citados reglamentos y normas.

4.1.3 MATERIALES

Todos los materiales utilizados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y características del proyecto y de las normas técnicas generales, así como las de la Compañía de Distribución de Energía (a homologar o aprobar).

Todas las especificaciones o características de los materiales que aparecen en un solo documento del proyecto, aunque no aparezcan en otros documentos, son obligatorias.

Cualquier contradicción u omisión en los documentos del proyecto deberá ser comunicada a la dirección facultativa de la obra, quien decidirá. La falta no podrá ser sustituida directamente sin autorización expresa.

Previamente al inicio de la obra se presentarán a la Dirección Facultativa los catálogos de materiales que se vayan a utilizar, muestras, certificados de garantía u homologación. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aprobados por la Dirección Facultativa.

4.1.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

INICIO: el contratista iniciará la obra en el plazo que figura en el contrato firmado con la propiedad.

La fecha de inicio de los trabajos deberá ser comunicada por escrito o directamente por el contratista a la dirección facultativa.

PLAZO DE EJECUCIÓN: la obra se ejecutará en el plazo que se determine en el contrato suscrito con la propiedad o, en su defecto, en las condiciones de este documento.

En el caso de que el contratista solicite una inspección, de acuerdo con alguno de los aspectos señalados en este pliego o en el contrato establecido con la Propiedad, para la realización de

una obra ulterior condicionada por aquél, deberá tener preparado un número de obras correspondiente al ritmo normal de trabajo para dicha inspección.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el contratista no sea normal, o a instancia de parte, se podrá pactar la programación de las inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

LIBRO DE ORDENES. El contratista tendrá un libro de órdenes en la obra. En ella, redactará las órdenes que la dirección facultativa le haga a través del capataz o responsable, sin perjuicio de las que le sean dadas de oficio cuando lo considere necesario, y deberá ser firmada por quien tenga conocimiento de ello.

4.1.5 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

Corresponde a la dirección facultativa la interpretación técnica de los documentos del proyecto. El contratista está obligado a expresar las dudas, aclaraciones o contradicciones que surjan en la ejecución de la obra como consecuencia del proyecto o de las circunstancias ajenas al mismo, siempre con la puntualidad debida a la importancia del proyecto.

El contratista responderá de los errores cometidos por el incumplimiento de esta obligación y, en consecuencia, deberá rehacer a su costa las labores de interpretación correcta del proyecto.

El contratista está obligado a realizar todo lo necesario para la correcta ejecución de la obra, sin perjuicio de que expresamente se indique en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista comunicará por escrito o de forma directa y con la suficiente antelación a la dirección facultativa la fecha en que cada parte de la obra estará lista para ser inspeccionada cuando haya sido declarada la necesidad o conveniencia de la misma, o que posteriormente haya de quedar oculta en todo o en parte. De las unidades de obra que deban quedar ocultas, se tomarán previamente los datos necesarios para la medición a efectos de liquidación y serán firmados por la Dirección Facultativa para asegurar su corrección. En caso de incumplimiento de esta condición, la liquidación se efectuará en función de los datos o criterios de medición suministrados por el mismo.

4.1.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS

El contratista está obligado a realizar todas las obras complementarias que sean precisas para la ejecución de cualquiera de las unidades de obra definidas en cualquier documento del proyecto, aunque no se mencionen expresamente en él. Todo ello sin alterar el importe contratado, salvo causa justificada o notoria.

4.1.7 MODIFICACIONES

El contratista está obligado a realizar las obras que se le encomienden como consecuencia de la modificación del proyecto, tanto en las ampliaciones como en las reducciones o simplemente en las modificaciones, siempre que el importe de las obras no suponga una alteración del 25% o superior al valor contratado.

Se valorarán conforme a los valores establecidos en el presupuesto del contratista, que ha servido de base para el contrato. La dirección facultativa de la obra está facultada para introducir, a su criterio, modificaciones en cualquier unidad de obra, siempre que cumplan las condiciones técnicas señaladas en el proyecto y no se modifique el importe total de la obra.

4.1.8 OBRA DEFECTUOSA

Cuando el contratista encuentre una unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este pliego, la dirección facultativa podrá aceptarla o rechazarla, fijando, en el primer caso, el precio que estime oportuno en función de las posibles diferencias, valoración que

el contratista estará obligado a aceptar. En el otro caso, se reconstruirá la parte defectuosa a cargo del contratista, sin que ello implique reclamación económica o ampliación del plazo de ejecución.

4.1.9 MEDIOS COMPLEMENTARIOS

Todos los medios y maquinaria auxiliar necesarios para la ejecución de la obra serán por cuenta del contratista. Al utilizarlos, deberá hacer cumplir todos los reglamentos de seguridad laboral vigentes y obligar a los trabajadores a utilizar los recursos necesarios para protegerlos.

4.1.10 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Las unidades de obra ejecutadas hasta la recepción definitiva de las propiedades deberán ser conservadas en buen estado por el contratista, corriendo a su cargo los gastos derivados de la misma.

4.1.11 RECEPCIÓN DE OBRAS

RECEPCIÓN PROVISIONAL. Una vez finalizadas las obras, se procederá a la recepción provisional, para lo cual la dirección facultativa (y el propietario, en su caso) realizará una inspección ante el contratista. Se levantará acta y a partir de esa fecha se iniciará el plazo de garantía, si se aprueban.

Si no fuera admitida, se hará constar en acta y se dará instrucciones al contratista para que subsane las deficiencias observadas. Se fijará un plazo para ello, al término del cual se realizará un nuevo examen para la recepción provisional.

PLAZO DE GARANTÍA. El plazo de garantía será como mínimo de un año a contar desde la fecha de la recepción provisional o el que se establezca en el contrato a partir de la misma fecha. Durante dicho plazo será de cuenta del contratista la conservación de las obras y la reparación de los daños causados por el asentamiento o mala construcción de las mismas.

RECEPCIÓN DEFINITIVA. Se hará una vez transcurrido el plazo de garantía, de igual forma que el provisional. A partir de esa fecha el contratista perderá la obligación de conservar y reparar los trabajos por su cuenta, sin perjuicio de las responsabilidades en que hubiera podido incurrir por vicios ocultos y por motivos dudosos.

4.2 CONDICIONES ECONÓMICAS

4.2.1 PAGO DE LA OBRA

En el contrato deberá fijarse con precisión la forma y plazos de pago de las obras. Las liquidaciones parciales que se establezcan serán documentos provisionales y de buena cuenta, que estarán sujetos a las certificaciones resultantes de la liquidación final. Estas liquidaciones no darán lugar a la aceptación o recepción de sus obras.

Una vez finalizadas las obras, se procederá a la liquidación final de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

4.2.2 PRECIOS

Al formalizar el contrato, el contratista presentará la relación de precios de las unidades de obra que integren el proyecto. En caso de ser aprobados, tendrán validez contractual y se aplicarán a las posibles modificaciones.

Estos precios unitarios comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo la totalidad de los trabajos, incluidos los complementarios y materiales, así como la parte proporcional de la imposición, las cargas de trabajo y otros gastos sostenibles.

En el supuesto de unidades de obra no previstas en el proyecto, el precio se fijará entre la dirección facultativa y el contratista antes del inicio de la obra y se presentará al propietario para su aprobación o no.

4.2.3 REVISIÓN DE PRECIOS

En el contrato se determinará si el contratista tiene derecho a la revisión de precios y la fórmula para calcularla. En defecto de este último, se aplicará uno de los criterios oficiales aprobados a juicio de la Dirección Facultativa.

4.2.4 PENALIZACIONES

En caso de retraso en los plazos de entrega de las obras, podrán establecerse tablas de penalización, cuyos importes y retrasos se fijarán en el contrato.

4.2.5 CONTRATO

El contrato se formalizará mediante documento privado que podrá elevarse a escritura pública a instancia de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales (que no sean aportados por el promotor), el transporte, la mano de obra, los medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo previsto, la reconstrucción de unidades de obra defectuosas, la ejecución de obras complementarias y las modificaciones derivadas de los cambios en la ejecución, en los términos previstos por éstas.

Todos los documentos que integran el proyecto de la obra se incorporarán al contrato y deberán ser firmados por el contratista y la propiedad para demostrar su conocimiento y aceptación.

4.2.6 RESPONSABILIDADES

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y contrato. En consecuencia, deberá demoler lo mal hecho y reconstruirlo convenientemente, sin utilizar el pretexto de que las obras han sido examinadas y conocidas por la dirección facultativa.

El contratista es el único responsable de los incumplimientos que se produzcan por él o sus empleados durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños a la propiedad, a los vecinos o a terceros en general, por defectos, inexperiencia o por el uso de métodos inadecuados.

El contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral en relación con sus empleados y, por tanto, de los accidentes que puedan producirse y del incumplimiento de los derechos que de ellos pudieran derivarse.

4.2.7 RESCISIÓN DEL CONTRATO

CAUSAS DE RESCISIÓN: Se considerarán causas suficientes de rescisión del contrato:

- Primera: fallecimiento o incapacidad del contratista.
- Segundo: Quiebra del contratista.
- Tercero: Modificación del proyecto cuando se modifique un 25% o más del valor contratado.

- Cuarto: Modificación de unidades de obra, más del 40% de las originales.
- Quinto: No iniciar las obras en el plazo establecido, por causas ajenas a la propiedad.
- Sexto: La suspensión de las obras ya iniciadas, cuando la suspensión sea superior a seis meses.
- Séptima: El incumplimiento malintencionado de las condiciones del contrato.
- Octava: Finalización del plazo de ejecución de la obra sin completar.
- Novena: La mala fe en la ejecución de las obras.
- Décima: la puesta a disposición o subcontratación a terceros, total o parcial, de la obra sin autorización de la dirección facultativa y de la propiedad.

4.2.8 LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Si el contrato se resolviera por las causas anteriores o por mutuo acuerdo de las partes, se abonarán al contratista las unidades de obra ejecutadas, así como los materiales acumulados en la propia obra, siempre que reúnan los requisitos necesarios para la misma.

En caso de rescisión del contrato, supondrá la retención de la fianza para obtener los gastos de conservación durante el periodo de garantía y los derivados de su mantenimiento hasta la nueva adjudicación.

4.3 CONDICIONES FACULTATIVAS

4.3.1 NORMAS DE APLICACIÓN

El diseño de la instalación fotovoltaica de autoconsumo se ajustará a las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- ✓ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (en particular ITC-BT-40).
- ✓ Normas UNE.
- ✓ Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- ✓ Normas particulares de la compañía suministradora.
- ✓ rD 1699/2011, RD 413/2014, etc. sobre instalaciones fotovoltaicas de conexión a red.
- ✓ R.D. 244/2019 sobre instalaciones de autoconsumo.
- ✓ MT 3.53.01 sobre condiciones de conexión en las redes de Distribución de Iberdrola.
- ✓ Pliego de condiciones técnicas del IDAE.
- ✓ Plan General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y Ordenanza General.
- ✓ Reglamento CTE de estructuras de construcción.
- ✓ Normativa contra incendios.
- ✓ Lo indicado en el presente pliego de condiciones en relación con todos los códigos y normas.

- ✓ Normativa de seguridad e higiene en el trabajo.

4.3.2 PERSONAL

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes de la dirección facultativa de la obra.

El contratista tendrá en la obra el número y tipo de personal necesario para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen. Este personal será de reconocida competencia y experimentado en la profesión. El contratista deberá separar de la obra a aquellos trabajadores que, a juicio de la Dirección Facultativa, no cumplen con sus obligaciones, y que realizan mal el trabajo, bien por falta de conocimiento, bien por obras de mala fe.

4.3.3 ESTUDIOS Y ENSAYOS PREVIOS

Cuando lo considere oportuno, la dirección facultativa podrá ordenar el examen, ensayo o certificación de materiales, elementos o instalaciones.

4.4 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

el presente Pliego de **Condiciones Técnicas Generales** recoge todas las características que deberán cumplir los materiales utilizados, así como las técnicas de ejecución y las precauciones a tener en cuenta en la ejecución de todo tipo de instalaciones y obras. Para cualquier aclaración no incluida en este documento se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

4.4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Los movimientos de tierras se realizarán de acuerdo con las rasantes que se señalan en los planos del proyecto y las que determine la dirección facultativa de la obra.

Los desmontes y desmontes serán ordenados por el contratista de acuerdo con la normativa vigente y con autorización expresa de la Dirección Facultativa para la utilización de cualquier otro procedimiento que estime conveniente. No obstante, si el sistema, a juicio de la Dirección facultativa, fuera tan defectuoso como pueda poner en peligro la seguridad del personal de la obra o impedir la finalización de la misma en el plazo establecido, podrá ordenar la marcha y la organización a seguir.

Las excavaciones en profundidad, los pozos y, en general, las que se realicen en condiciones de especial dificultad, requerirán las instrucciones precisas de la dirección facultativa, sin las cuales el contratista no podrá realizarlas.

Será responsabilidad directa del contratista la falta de prudencia en la ejecución y demolición de los desmontes, así como de los daños y perjuicios que pudieran derivarse.

El contratista asume la obligación de realizar estas obras, teniendo en cuenta la seguridad de las vías públicas y de las construcciones circundantes, y asume la responsabilidad por los daños que se produzcan, por la no adopción de las medidas oportunas, por el incumplimiento de las órdenes de la dirección facultativa o de su representante técnico autorizado, o por la realización defectuosa de las mencionadas obras.

Los terrenos a ocupar quedarán libres de árboles, matorrales, hierbas y tierra vegetal.

No se admitirá el relleno con tierras sucias o detritus, ni con residuos de demolición.

El relleno se realizará por capas de no más de 25 centímetros de espesor, aplastando adecuadamente cada una de ellas.

Deberán hacerse todos los tablones de madera necesarios para garantizar la seguridad de los trabajadores, siendo el contratista responsable de los daños causados por la no adopción de las medidas necesarias.

Todos los paramentos de zanjas y pozos quedarán perfectamente refinados y los fondos totalmente nivelados y limpios.

Dado que la conservación de conductos públicos o privados de agua, gas, electricidad, teléfono, saneamiento, etc., en las condiciones adecuadas y, en su caso, la reparación de averías de cualquier tipo ocasionadas por las obras de movimiento de tierras en las mismas, el contratista deberá realizar una vigilancia especial para despejar las canalizaciones con las dimensiones adecuadas y para que queden colgadas al aire libre, con cuerdas o cadenas unidas, o maderas colocadas transversalmente sobre el eje de la zanja, excediendo todo el ancho de la misma.

El contratista será responsable de todo defecto de alineación y deberá rehacer a su costa cualquier obra indebidamente realizada.

La cimentación se llevará a cabo mediante la realización, a costa de la propiedad, de los sondeos, pozos y ensayos necesarios para determinar las características del suelo y la tensión de trabajo que pueda soportar.

El contratista está obligado a mantener en buen estado de uso todas las vías públicas afectadas por los vehículos que circulan hacia la obra. Asimismo, se deberá establecer vigilancia en los lugares donde se puedan producir accidentes debidos a los arenas residuales de los vehículos y de los materiales de la obra que se ejecuta.

El contratista está obligado a señalizar en horario nocturno los lugares peligrosos o que la dirección de obra considere peligrosos, tanto en el interior de la obra como en las zonas limítrofes con las vías públicas y próximas, siendo responsable de todos los accidentes que pudieran producirse por no disponer de dicha señalización.

4.4.2 HORMIGONES

Además de las determinaciones que se indican a continuación, son de obligado cumplimiento las normas y disposiciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), aprobada por el Real Decreto 2661/1998, de 11 de diciembre, así como las modificaciones aprobadas en dicha instrucción por el Real Decreto 996/1999, de 11 de junio, y las que se aprueban posteriormente.

En el caso de que se cuestionen o contrapongan los criterios, serán eficaces las que la dirección facultativa de la obra interprete de la instrucción.

En cuanto a las características de los materiales para los elementos de obra (tipo, tipo de resistencia y condiciones adicionales del cemento; tipo de acero para armaduras; tipificación de hormigones según 39.2), modalidades de control de materiales y ejecución y condiciones de calidad del hormigón (resistencia a compresión, consistencia, tamaño máximo del árido, tipo de ambiente en el que se encuentre), se seguirán las indicaciones del Cuadro de Características adjunto al presente pliego, así como las recogidas en los planos estructurales. Las características de las unidades de obra se especificarán en la memoria y planos del proyecto, así como en la descripción de las partidas presupuestarias que las componen y que figuran en el presupuesto.

Si alguno de los requisitos señalados en el presente Pliego fuera incompatible con la Instrucción, se estará a lo que ésta señale.

Productos de construcción (cementos, áridos, hormigones, aceros, etc.) comercializados legalmente en países miembros de la Unión Europea o incluidos en el Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo serán de uso exclusivo y se atendrán a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, sobre disposiciones de libre circulación de productos de la construcción, y sus posteriores modificaciones.

4.4.3 ESTRUCTURA METÁLICA

Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de obligado cumplimiento todas las normas y disposiciones que establecen el Código Técnico de la Edificación y la Norma MV-103, recogida en el Pliego de Condiciones Técnicas de las Instalaciones Conectadas a la Red, dentro del Reglamento Básico de la Edificación.

Si los criterios están en duda o se contraponen, serán eficaces los que la dirección facultativa de la obra interprete de la norma.

Las disposiciones contenidas en esta norma afectan a a los productos de aceros laminados en caliente de espesor superior a 3 mm; a los perfiles huecos conformados en frío o en caliente para su uso como elementos de resistencia de espesor igual o superior a 2 mm; a los remaches y tornillos simples; a los calibrados de alta resistencia utilizados en estructuras de acero inoxidable; y a las tuercas, arandelas y perfiles de aluminio.

Podrán utilizarse todos los materiales procedentes de los países participantes en el acuerdo del Espacio Económico Europeo. Estarán sujetos a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992 sobre disposiciones de libre circulación de los productos de construcción en aplicación de la Directiva 89/106/CEE y, en particular, en lo que se refiere a los procedimientos especiales de aprobación, los productos deberán cumplir lo dispuesto en el artículo 9 de dicho real decreto.

las “especificaciones técnicas y homologaciones de los perfiles de extrusión de aluminio y sus aleaciones” también se tendrán muy en cuenta para la estructura de aluminio.

4.4.4 CONDICIONES TECNICAS ELECTRICAS

En la instalación eléctrica y en los conductores utilizados se tendrán en cuenta el “Reglamento Electroténico para Baja Tensión”, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, las normas 01-BT 51 anexas al Real Decreto ITC.BT y las normas UNE referidas en ITC-BT-02.

4.4.4.1 EQUIPOS ELÉCTRICOS

Los materiales y equipos utilizados en las instalaciones deberán utilizarse en el modo y para el fin para los que fueron fabricados. Los que entren dentro del ámbito de aplicación del Reglamento de transposición de directivas de la Unión Europea deberán cumplir con lo establecido en las mismas.

En lo no regulado por el presente Reglamento, se aplicarán los criterios técnicos establecidos en el presente Reglamento. En particular, los equipos y materiales deberán ir acompañados de las instrucciones necesarias para su correcta instalación y utilización, indicando como mínimo:

- ✓ Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.
- ✓ Marca y modelo.
- ✓ Tensión y potencia (o intensidad) asignada.
- ✓ Cualquier otra indicación del fabricante sobre el uso específico del material o equipo.

Los equipos empleados en proyectos de instalaciones fotovoltaicas que dispongan de conexión a red interna o red de baja distribución, tendrán, como esta, doble aislamiento reforzado tipo II.

Se tendrán en cuenta las condiciones ambientales de uso. Por ello, se aplicará la clasificación 721–2 de polvo, arena, niebla salina, viento, etc., según la norma IEC 721. Para determinar los dispositivos de protección en cada punto de la instalación, es necesario calcular y saber:

- Intensidad de uso en función del factor de potencia, simultaneidad, uso y factores de aplicación previstos e imprevistos.

- Intensidad de cortocircuito.
- Capacidad de corte del dispositivo de protección, que debe ser superior a la intensidad de cortocircuito en el punto instalado.
- Coordinar el dispositivo de protección con el paralaje aguas arriba.
- Selectividad a tener en cuenta en cada caso.

La sección de los conductores se determinará en función de su protección contra sobrecargas, comprobándose:

- La intensidad de la instalación será mayor que la previamente calculada.
- En el punto más desfavorable de la instalación, la caída de tensión será menor que la caída de tensión permitida, teniendo en cuenta los casos más desfavorables.

Se comprobará: relación de seguridad (VC/VL); si la tensión de contacto es la tensión límite permitida o menor, según los locales ITC–BT–24; protección contra contactos directos e indirectos.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se realizará preferentemente con interruptores automáticos de alta capacidad de corte.

Cuando se utilicen fusibles como limitadores de corriente, se adaptarán a todo tipo de receptores, utilizando los más adecuados para este fin, aM, gF, gL o gT, según la norma UNE 21–103.

Se preverá la protección contra el choque eléctrico y se cumplirán las normas UNE 20–383 e ITC–BT–21.

La corriente admisible en las canalizaciones y sus emplazamientos se determinará, como mínimo, de acuerdo con lo establecido en la norma ITC–BT–06. La corriente de las canalizaciones será 1,5 veces mayor que la corriente admisible.

Se tenderá a homogeneizar el tipo de esquema, numeración de bornas de salida y entrada y, en general, todos los elementos y medios posibles para facilitar el mantenimiento de las instalaciones.

4.4.4.2 CUADROS ELÉCTRICOS

En los cuadros eléctricos se dispondrán pulsadores de puesta en marcha y parada con la señalización del estado de cada aparato.

Se indicarán las siguientes características:

- ✓ Estructura de los cuadros: medidas, materiales utilizados, etc.
- ✓ Elementos presentes en los cuadros (embarrados, aisladores, etc.)), detallado.
- ✓ Interruptores automáticos.
- ✓ Protecciones.

Los elementos del cuadro principal y de los cuadros o accesorios secundarios se colocarán sobre una placa de montaje de material aislante. Todas las partes activas de la instalación estarán aisladas para evitar contactos peligrosos. En el cuadro original o principal de la instalación se instalarán dos interruptores diferenciales, uno para iluminación y otro para vigencia. Su sensibilidad será

- ✓ Para instalación de iluminación: .....30 mA

- ✓ Para instalar la fuerza:.....300 mA

El sistema de protección se completará originalmente con interruptores magnetotérmicos para evitar los riesgos derivados de las sobrecargas de las líneas. Se colocará un magnetotérmico por cada circuito. El conjunto se situará en un armario metálico. La carcasa del armario estará conectada a la instalación de puesta a tierra y cumplirá los siguientes niveles de protección según las normas UNE:

- ✓ Contra la introducción de cuerpos sólidos extraños: .....APS
- ✓ Contra la entrada de líquidos: .....IPS
- ✓ Contra impactos o daños mecánicos: .....PTS

El armario tendrá cerradura cuya apertura estará bajo la custodia del responsable o especialista designado para el mantenimiento de la instalación eléctrica. Los cuadros tendrán bases de enchufe para recibir la corriente y conectar los equipos y máquinas que lo necesiten. Estas tomas de corriente se colocarán en los laterales de los armarios para que permanezcan cerrados. Las bases permitirán la conexión de equipos y maquinaria con la instalación de puesta a tierra.

Podrá rechazarse la colocación de bases de enchufe en armarios cuando se trate de un cuadro auxiliar y se encuentren en lugares donde no existan los riesgos que requieren los niveles de protección mencionados anteriormente. Las tomas de corriente dispondrán de un interruptor omnipolar para dejarlas sin tensión cuando no se utilicen.

4.4.4.3 PUESTA A TIERRA

Se realizará una red de tierras por cada instalación. Debido a las características de todas las líneas y tomas de tierra, las masas no podrán colocarse a una tensión sobre el terreno superior a 24 V.

Todas las carcasas de aparatos dispondrán de toma de tierra conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Las instalaciones receptoras cumplirán las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

La red de tierra estará formada por placas, electrodos, terminales, cajas de prueba con terminales de aislamiento y medición, etc.

4.4.4.4 EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

De acuerdo con lo establecido en el artículo 12.3 de la Ley 21/1992 de Industria, la puesta en servicio y utilización de las instalaciones eléctricas se ajustará al siguiente procedimiento:

- ✓ Previamente a su ejecución se deberá elaborar la documentación técnica que determine las características de la instalación. Esta documentación, en función de sus características, tendrá la forma de proyecto o memoria técnica que se determine en la correspondiente instrucción ITC.
- ✓ El instalador deberá verificar, bajo la supervisión del director de obra, la correcta ejecución y funcionamiento, en su caso.
- ✓ Asimismo, cuando así lo determine la correspondiente instrucción ITC, un organismo de control autorizado deberá realizar una inspección inicial de la instalación.
- ✓ Una vez finalizada la instalación y realizadas las comprobaciones necesarias y, en su caso, realizada la inspección inicial, el instalador autorizado que ejecute la instalación

expedirá un certificado de la instalación. En dicho certificado se hará constar que la instalación se ha realizado de acuerdo con lo establecido en el Reglamento, sus instrucciones técnicas complementarias y la documentación técnica. En su caso, identificará y justificará los cambios en la ejecución respecto a lo previsto en dicha documentación.

- ✓ El certificado, junto con la documentación técnica y, en su caso, los certificados de dirección de obra y de inspección inicial, deberá depositarse ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma del País Vasco para el registro de dicha instalación, y recogerá las copias tramitadas que sean necesarias para su constancia por cada interesado y para la solicitud de suministro de energía. Las Administraciones competentes deberán facilitar la presentación y registro de estas documentaciones mediante procedimientos informáticos o telemáticos.

Las instalaciones eléctricas deberán ser realizadas exclusivamente por instaladores autorizados.

Se deberá informar a la empresa suministradora del proyecto y recoger una copia del mismo para valorar la necesidad de acudir a la puesta en marcha de la instalación generadora.

No obstante lo señalado en el párrafo anterior, cuando existan circunstancias objetivas que exijan el suministro de energía eléctrica con anterioridad a la finalización de los trámites administrativos de las instalaciones, tales circunstancias, debidamente justificadas e incorporadas garantías de mantenimiento de la seguridad de personas y bienes y de no perturbación de otras instalaciones o equipos, deberán hacerse constar en el órgano competente de la Comunidad Autónoma del País Vasco, el cual podrá autorizar, mediante resolución motivada, el suministro provisional, a los solos efectos de cubrir dichas necesidades.

4.4.5 CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Serán de aplicación: real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica; el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión en red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia; el “Pliego de condiciones técnicas para instalaciones fotovoltaicas conectadas a red” (PCT-C 2002 y versiones posteriores) del IDAE y la Guía para la interpretación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (y REBT).

4.4.5.1 COMPONENTES Y MATERIALES

CUESTIONES GENERALES

1. Como principio general, deberá asegurarse al menos un nivel de aislamiento eléctrico básico, nivel I, tanto en lo que se refiere a equipos (módulos e inversores) como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), a excepción del cableado directo que será de doble aislamiento. En general, todos los equipos utilizados tendrán doble aislamiento.

2. De acuerdo con la ITC-BT 30, los elementos a utilizar para el soporte, protección y conducción de cables en locales húmedos se construirán en material termoplástico técnico aislante perforado y en bandeja con tapa (canal aislante) aprobada por la dirección facultativa. Elementos sin tierra ni mantenimiento. Sin sustancias contaminantes ni metales pesados tóxicos (ROHS II). Mecánicamente reciclable.

Bandejas y tapas. Compuestas de extrusión de alta calidad con forma de uso definitiva y paredes compactas. Unión de las partes de espesor igual o superior a las bandejas a unir. Con perforaciones longitudinales para absorber dilataciones.

Ensayo de tipo I diseñado para trabajar a plena carga (la unión de dos partes de bandeja se puede ubicar en cualquier posición entre dos soportes). El sistema de bandejas (bandejas y

soportes) deberá soportar 1,7 veces la carga admisible sin roturas. T = 40ºC. Distancia entre apoyos: 1,5 m. T = 60ºC. Distancia entre apoyos: 1 m.

temperatura de servicio de -20 °C a 60 °C y resistencia de choque de 20 J a -20 °C (60x100:10 J y 60x75: excepto 5J). Diseñado para su instalación en interiores y exteriores. Resistencia a la corrosión y agentes químicos.

En caso de incendio (ensayo de hilo incandescente de 960 °C; no propaga la llama). Facilidad y rapidez de montaje. No tiene barba en el corte.

El fabricante verificará la marca de calidad N de AENOR o la marca de calidad europea equivalente según la norma EN 61537.

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

2. El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar averías en la red, disminución de las condiciones de seguridad o alteraciones superiores a las permitidas por la normativa aplicable.

3. Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no implicará condiciones de trabajo peligrosas para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución y en la red interna del cliente.

4. Los materiales al aire libre se protegerán contra los agentes ambientales, especialmente la radiación solar y la humedad.

5. Se incluirán todos los elementos necesarios para la seguridad y protección de las personas y de la instalación fotovoltaica, garantizando la protección contra contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas y otros elementos y protecciones resultantes de la aplicación de la legislación vigente.

6. En la Memoria de Diseño o Proyecto se destacarán las posibles modificaciones que se puedan producir en relación con la Memoria de Pedido y la causa de las mismas. Además, se incluirán fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

7. Por razones de seguridad y operación de los equipos, sus indicadores, etiquetas, etc. estarán en uno de los idiomas oficiales del lugar de la instalación.

SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS

1. Todos los módulos deberán cumplir con las especificaciones UNE–EN 61215 para módulos de silicio cristalino o UNE–EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa fina, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, el Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, el Joint Research Centre Ispra, etc.).), que se acreditará mediante la presentación del correspondiente certificado oficial. Este requisito no se aplicará a los casos excepcionales que considere la dirección facultativa.

2. El módulo fotovoltaico llevará de forma clara e indeleble el modelo y el nombre o el logotipo del fabricante, así como la identificación individual o el número de serie trazable para la fecha de fabricación.

3. Se utilizarán módulos acordes con las características técnicas que se exponen a continuación. En caso de modificación de estas características, se deberá justificar excepcionalmente su utilización en la memoria de solicitud y ser aprobada por el IDAE.

- Los módulos deberán llevar diodos de derivación para evitar posibles averías de las células y sus circuitos por sombreado parcial, con un nivel de protección IP65.

- Los marcos laterales, si los hubiera, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo sea aceptable, la potencia máxima y las corrientes de cortocircuito reales con respecto a los requisitos estándar deben encontrarse en un rango del ± 5% de los valores nominales del catálogo.
- Se rechazará cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquier elemento, y que no haya alineaciones en las células o burbujas del encapsulador.

4. Se valorará la alta eficiencia de las células.

5. La estructura del generador se conectará a tierra.

6. Elementos necesarios por motivos de seguridad (fusibles, interruptores, etc.) para facilitar el mantenimiento y la reparación del generador se instalarán para desconectar el resto de las ramas del generador de forma independiente y en ambos terminales.

ESTRUCTURA SOPORTE

1. Las estructuras de apoyo deberán cumplir las especificaciones de esta sección. En caso contrario, deberá incluirse en la memoria de la solicitud y del diseño o proyecto un apartado justificativo de los puntos no cumplimentados, cuya aceptación requerirá la expresa aprobación del IDAE. En todo caso se estará a lo establecido por el CTE y demás normativa de aplicación.

2. La estructura soporte de los módulos debe soportar las sobrecargas de viento y nieve con los módulos establecidos, según lo indicado en el Código Técnico de la Edificación.

3. El diseño y construcción del sistema y la estructura de fijación de los módulos permitirá las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante.

4. Los puntos de sujeción del módulo fotovoltaico serán suficientes en cantidad, teniendo en cuenta el campo de soporte y la ubicación relativa, de modo que en los módulos no se produzcan flexiones superiores a las permitidas por el fabricante acontecido y los métodos homologados para el modelo de módulo.

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

6. Se protegerá la superficie de la estructura de la influencia de los agentes ambientales. Los orificios en la estructura se realizarán, en su caso, antes de la galvanización o protección de la estructura.

7. Los tornillos se realizarán en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV–106. Si la estructura es galvanizada, se admitirán tornillos galvanizados, excepto los de amarre de módulos, que serán de acero inoxidable.

8. Los topes de sujeción de los módulos y la propia estructura no harán sombra a los módulos.

9. En el caso de instalaciones integradas en la cubierta que actúen como cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanqueidad entre módulos se ajustarán a las exigencias de las Normas Básicas de Edificación y a las técnicas habituales de construcción de cubiertas.

10. Se colocarán las estructuras de apoyo necesarias para el montaje de los módulos, integradas sobre el tejado, de acuerdo con lo especificado sobre las sombras en el punto 4.1.2. Se incluirán todos los accesorios, bancadas y/o anclajes.

11. La estructura de soporte se calculará de acuerdo con la norma MV–103 por condiciones climatológicas adversas (viento, nieve, etc.) soportar las cargas extremas producidas.

12. Si está hecho de perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá con la norma MV–102 para garantizar todas sus características, tanto mecánicas como de composición química.

13. Si es del tipo galvanizado en caliente, cumplirá las normas UNE 37–501 y UNE 37–508 y tendrá un espesor mínimo de 80 micras para evitar necesidades de mantenimiento y prolongar la vida útil.

INVERSORES

1. Serán del tipo adecuado de conexión a la red eléctrica y tendrán una potencia de entrada variable, de forma que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que puede aportar el generador fotovoltaico a lo largo del día.

2. Las características básicas de los inversores son:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutadas.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador o autoconsumo en instalaciones de conexión a la red interna, sin inyección de excedentes.
- No funcionarán en la isla o aislados.

3. Los inversores cumplirán las directivas comunitarias sobre Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas certificadas por el fabricante) y establecerán protecciones contra:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones por baristores o similares.
- Perturbaciones existentes en la red, como microcortes, pulsos, fallos de ciclos, falta de red y retorno, etc.

4. Cada inversor tendrá las señales necesarias para operar correctamente y contará con controles automáticos para asegurar una correcta supervisión y uso.

5. Cada inversor tendrá como mínimo los siguientes controles manuales:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conectar y desconectar el inversor a la interfaz KA. Puede ser ajeno al inversor.

6. Los inversores tendrán las siguientes características eléctricas:

- El inversor seguirá entregando continuamente un 10% más de potencia en la red en condiciones de irradiación solar que el CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30% más grandes que el CEM en períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia en el 25% y 100% de la potencia nominal de salida deberán ser superiores al 85% y al 88%, respectivamente (valores medidos teniendo en cuenta

el transformador de salida, si lo hubiera), para inversores con potencia inferior a 5 kW y entre el 90% y el 92% para inversores superiores a 5 kW.

- El autoconsumo del inversor en horario nocturno debe ser inferior al 0,5% de la potencia nominal y el consumo anual inferior al 3% de la capacidad de generación anual.

- El factor de potencia de la potencia generada debe ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.

7. Los inversores contarán con un nivel mínimo de protección IP 20 para los inversores dentro de edificios y lugares inaccesibles; IP 30 para los inversores dentro de edificios y lugares accesibles y IP 65 para los instalados al aire libre. Se cumplirá en todo caso la legislación vigente.

8. Los inversores garantizarán que las operaciones se realicen en las siguientes condiciones ambientales: temperatura entre 0 °C y 40 °C y humedad relativa entre 0 y 85%.

CABLEADO

1. Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se corregirán por separado y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

2. Los conductores serán de cobre y su sección será la adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. En particular, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deben tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5%, y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior al 2%. En ambos casos se tomarán como referencia las tensiones correspondientes a las cajas de conexión.

3. Se incluirá la longitud total de los cables CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para que no se generen esfuerzos en los elementos y no se pueda conectar como consecuencia de los desplazamientos habituales de las personas.

4. Todos los cables de corriente continua serán de doble aislamiento, aptos para uso al aire libre o subterráneo, de acuerdo con la norma UNE 21123.

PROTECCIONES

1. Todas las instalaciones cumplirán lo establecido en la normativa vigente sobre protección de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

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

PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

1. Todas las instalaciones cumplirán lo establecido en la normativa vigente sobre condiciones de puesta a tierra de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión.

2. Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, los elementos equivalentes utilizados para garantizar este requisito (norma técnica de MITYC) figurarán en la Memoria de Solicitud y Diseño o Proyecto.

3. Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de sección de corriente continua como de alterna, estarán conectadas a un único terreno. Este suelo será independiente del suelo del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

4.4.5.2 MANTENIMIENTO

CUESTIONES GENERALES

1. Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de, al menos, cinco años.

2. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con el mantenimiento preventivo recomendado por los fabricantes.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

1. El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben cumplirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

2. Se definen dos niveles de actuación para abarcar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar su funcionamiento, aumentar la producción y alargar su duración:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

3. Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, comprobación de actuaciones y otras, aplicadas a la instalación, que mantengan los requisitos de funcionamiento, prestación, protección y durabilidad de la instalación dentro de límites aceptables.

4. Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar el correcto funcionamiento del sistema durante su vida útil. Entre otros:

- visitar la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.5.2 y siempre que el usuario lo solicite, por haber sufrido una avería grave en la misma.
- Estudio y elaboración del presupuesto de las obras y reformas necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo con el alcance indicado forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Fuera del plazo de garantía no se incluirán la mano de obra ni las reposiciones de los equipos necesarios.

5. El mantenimiento debe ser realizado por técnicos cualificados bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

6. Durante el mantenimiento preventivo de la instalación se deberá realizar al menos una visita anual para realizar las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación del estado con el proyecto original y comprobación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señal, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de los cables y terminales (incluyendo cableado de puesta a tierra y reapriete de bornes), así como verificación de pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, juntas, reaprietes y limpieza.

7. Elaborar un informe técnico de cada visita, en el que se explique el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

8. Registro de operaciones de mantenimiento en un libro de mantenimiento. En ella se incluirá la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

4.4.5.3 NORMATIVA VIGENTE

ADAPTACIÓN A LA NORMATIVA ACTUAL

Con la integración en la Comunidad Económica Europea, entre otras cosas, nuestra legislación industrial ha cambiado sustancialmente. dado que la libre circulación de productos dentro del EEE se produjo, a partir del 1 de enero de 1993, entre otras cosas, para eliminar los obstáculos a los mencionados intercambios comerciales, es necesario, entre otras cosas, que los niveles de calidad exigidos a los instaladores sean los mismos en todos los países de la Comunidad.

Por lo tanto, para lograr este objetivo se han utilizado diversos mecanismos legales, entre los que se encuentran:

- Libro Blanco del Mercado Interior.
- Acta Única Europea.
- Directivas comunitarias.

Tanto el Libro Blanco del Mercado Interior como el Acta Única Europea son documentos de carácter político que salen, por tanto, del objetivo del estudio de normalización técnica que se pretende obtener con este documento.

Sin embargo, las directivas comunitarias deben ser objeto de análisis en este ámbito, ya que afectan directamente al presente documento.

En lo que respecta a la actividad del sector eléctrico, se han publicado cuatro directivas comunitarias que modifican el marco en el que se desarrolla el presente documento y que debemos aceptar desde nuestra entrada en el EEE:

- directiva 83/189/CEE.

publicada el 28 de marzo de 1983, requiere un procedimiento de suministro de información sobre normas y reglamentaciones técnicas. Con ello, cada Estado miembro debe informar al Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) de todo proyecto de norma que se proponga llevar a cabo de la misma manera que en el presente documento. La Comisión lo examinará a fin de evitar incompatibilidades con el libre tránsito de productos.

- directiva 73/23/CEE.

publicado el 19 de febrero de 1973, obliga a la armonización de las legislaciones de todos los países miembros del EEE para armonizar las características del material eléctrico para su uso en baja tensión.

En relación con dicha Directiva, el BOE 14-01-1988, 7. Publica el Real Decreto sobre requisitos de seguridad de los materiales eléctricos a utilizar en corriente alterna con tensiones nominales comprendidas entre 50 y 1.000 V.

- directiva 85/374/CEE.

publicado el 25 de julio de 1985, hace referencia a la responsabilidad que corresponde a las personas que fabrican, instalan o comercializan productos defectuosos que pueden causar daños a personas, animales o bienes.

- directiva 89/106/CEE.

se publicó el 21 de diciembre de 1989 sobre los requisitos de los materiales utilizados.

Por tanto, las normas relativas a las medidas de seguridad en las instalaciones fotovoltaicas que se adopten en virtud del presente documento base deben estar dentro de las directrices comunitarias y, en consecuencia, ser notificadas a la Comisión Europea de Normalización Electrotécnica.

Estas directrices incluyen la siguiente normativa española que puede afectar a las medidas de seguridad en instalaciones fotovoltaicas:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Norma tecnológica de la edificación. IPP.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Bilbao, 23 de abril de 2025
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado n.º 9264 del Colegio de Bilbao



D. Koldo García Madariaga

5 DOCUMENTO: PRESUPUESTO

5.1 GENERALIDADES

El presupuesto incluye todos los ensayos de calidad y las especificaciones establecidas en este proyecto.

En esta cantidad se incluyen todos los gastos que se originan como consecuencia de la formalización del contrato, los gastos de implantación de la obra, los gastos de pruebas y ensayos, los gastos de equipamiento de seguridad y salud, los gastos de gestión y vertido de residuos, etc.

Este presupuesto establece el coste económico máximo que se plantea para la ejecución material descrita como presupuesto total de ejecución material que sirve de referencia.

En ningún caso se establece la posibilidad de ampliar el número de unidades de obra, salvo petición expresa por escrito del propietario y de la dirección facultativa a la que representa.

El adjudicatario deberá realizar todos los trabajos y trámites necesarios para el cumplimiento del presente contrato en la modalidad requerida en el mismo, asumiendo el coste total del suministro, ubicación y puesta en servicio de las instalaciones. Entre otras cosas, debe hacer lo siguiente, todo dentro del precio pactado:

- Establecer los medios y adoptar las medidas necesarias para garantizar que otras instalaciones del área de trabajo, en particular las de electricidad, iluminación, protección contra incendios, megafonía e informática, no se vean afectadas o deterioradas. En su caso, se considerará incluido en el precio acordado el desmontaje, almacenaje y posterior montaje de dichas instalaciones.
- Garantizar que las subcontratas se encuentren al corriente de sus obligaciones con la Seguridad Social, así como, en su caso, de los pagos realizados a sus subcontratistas.
- Comunicación de la apertura del centro de trabajo.
- Elaboración y aprobación del Plan de Seguridad.
- Mantener permanentemente limpios las obras, los accesos y el entorno para visitar e inspeccionar todos los lugares ocupados.
- Reparación de daños en pavimentos, cerraduras, mobiliario urbano, etc., como consecuencia de su actuación y de roturas en pasos de canalizaciones, acometidas, jardines, etc.
- Asumir todos los costes necesarios para el cumplimiento de lo indicado en la normativa de gestión de residuos aplicable.
- La limpieza de la totalidad de la obra y de los demás edificios, urbanización, etc., que pudieran verse afectados por la ejecución de la misma.

5.2 PRESUPUESTO DETALLADO

PRESUPUESTO - AYUNTAMIENTO DE URDULIZ [COLEGIO PÚBLICO ELORTZA] 11/10/2025

URDULIZ| INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO COMPARTIDO 125,40 kWp / 100 KWn

ITEM		Descripción	Unidades	Precio unitario	Precio total
CAPÍTULO 1: MÓDULOS FOTOVOLTAICOS					
1	1.1	Ud. Módulo fotovoltaico de silicio PERC monocristalino 550Wp, marca JA SOLAR JAM72S30-550/MR o similar, conexión rápida MC-4. Tolerancia 0-5W . Garantía contra defectos de fabricación de 12 años y 25 años de garantía de la potencia nominal lineal. Clase reacción al fuego 1 (UNI 9177). Totalmente instalado y puesto en marcha.	228	68,79 €	15.684,12 €
CAPÍTULO 2: INVERSOR FOTOVOLTAICO Y MONITORIZACIÓN					
2	2.1	Suministro de inversor fotovoltaico de conexión a red trifásico de 100 kWn de potencia nominal, marca HUAWEI SUN2000-100KTL-M2 o similar. Totalmente instalado y puesto en marcha. Monitorización incluida.	1	3.323,12 €	3.323,12 €
CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA COPLANAR DE ALUMINIO					
3	3.1	Suministro de estructura de aluminio para 88 paneles fotovoltaicos, marca INDEX o similar, para montaje en cubierta de teja del colegio Elortza, superpuesta y paralelo a la cubierta. Tornillería inox. Totalmente instalado y puesto en marcha.	1	3.621,84 €	3.621,84 €
3	3.2	Suministro de estructura de aluminio para 140 paneles fotovoltaicos, marca INDEX o similar, para montaje en cubierta de chapa del colegio Elortza, superpuesta y paralelo a la cubierta. Tornillería inox. Totalmente instalado y puesto en marcha.	1	4.911,03 €	4.911,03 €
CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN					
4		**PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA (CA)**			
	4.1	Suministro de cuadro eléctrico de instalación solar fotovoltaica con armario de puesta en superficie. IP65, según la norma IEC60529. Totalmente instalada y operativa. 36 módulos repartidos en 3 filas (Protección IP65).	1	202,50 €	202,50 €
	4.2	Interruptor automático magnetoérmico de 160 A. 4P. Totalmente instalado y puesto en marcaha.	1	449,55 €	449,55 €
	4.3	Rele diferencial electrónico ajustable y rearmable de Tipo B. Sensibilidad ajustable 0,1 A - 3 A. Toroidal incluido. Totalmente instalado y puesto en marcha.	1	350,25 €	350,25 €
	4.4	Cables interiores y de comunicación con todos los equipos. Totalmente instalados y en funcionamiento.	1	202,50 €	202,50 €
		CABLES CORRIENTE CONTINUA (CC)			
	4.5	Material de la instalación: canaletas, tubos, regletas, etc. para canalización del cableado de Corriente Continua hasta la ubicación del inversor. Totalmente instalados y en funcionamiento.	1	2.065,50 €	2.065,50 €
	4.6	Caleado solar PV H1Z2Z2-K 1x6mm2 negro/rojo (2500 metros lineales) y cableado para toma de tierra ZH ES 07Z1-K 1x6mm2 (500 metros lineales), incluyendo pequeño material eléctrico para conexiones eléctricas. Totalmente instalado y puesto en marcha.	1	1.871,10 €	1.871,10 €
		ACOMETIDA ELECTRICA. CABLES CORRIENTE ALTERNA (CA)			
	4.7	Cableado de Corriente Alterna RZ1-K (AS) 0,6/1kV 1x70 mm2 (60 metros lineales) desde la ubicación del inversor hasta la CPM de generación y posterior conexión eléctrica en pararlelo con el contador de consumo del colegio. Incluyendo el pequeño material eléctrico de la instalación. Totalmente instalada y puesta en marcha.	1	2.988,90 €	2.988,90 €
	4.8	Adecuación acometida / CPM de generación: trabajos necesarios para empotrar la CPM de generación en la pared junto a la CPM de generación. Estos trabajos de adecuación se realizarán en función de las exigencias de la compañía distribuidora a travñes del expediente de acceso y conexión de la instalación. Además, se prevé la posibilidad de cambio de Caja General de Protecciones (CGP) con fusibles Tipo BUC.	1	2.025,00 €	2.025,00 €
CAPÍTULO 5: CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)					
5	5.1.	Suministro de contador trifásico bidireccional para medición de la energía generada. Instalación en caja homologada por la compañía distribuidora para autoconsumo FV colectivo, con fusibles Tipo BUC de 250 A y protecciones adicionales que requiera la empresa.	1	688,50 €	688,50 €
CAPÍTULO 6: RECURSOS ADICIONALES					
6	6.1.	Subir el material que constituye la zona solar a las cubiertas de los emplazamientos. Incluye mano de obra y medios auxiliares necesarios.	1	2.187,00 €	2.187,00 €
CAPÍTULO 7: MANO DE OBRA					
7	7.1.	Horas mano de obra para ejecución montaje y puesta en marcha de la instalación descrita en proyecto. Totalmente instalado y puesto en marcha.	1	19.529,87 €	19.529,87 €
CAPÍTULO 8: LEGALIZACIÓN Y TRAMITACIONES					
8	8.1.	Certificado de la instalación y registro en industria.	1	283,50 €	283,50 €
	8.2.	Inspección OCA	1	243,00 €	243,00 €
CAPÍTULO 9: SEGURIDAD Y SALUD					
9	9.1	Estudio básico de seguridad y salud adaptado a la obra. Elaboración del Plan de Seguridad y Salud. Coordinación de Seguridad y Salud en fase de Obra.	1	1.215,00 €	1.215,00 €
CAPÍTULO 10: TRABAJOS ADICIONALES					
10	10.1	Conexión de la instalación fotovoltaica existente en el nuevo invertsor fotovoltaico. Se ha reservado la entrada MPPT#10. Limpieza de módulos fotovoltaicos y revisión del cableado, conexiones eléctricas, etc. Canalizar el cableado de Corriente Continua hasta la ubicación del nuevo inversor.	1	810,00 €	810,00 €
	10.2	Exploración/adecuación de las canalizaciones subterráneas para cableado eléctrico existentes, desde el emplazamiento seleccionado para la instalación del invertsor fotovoltaico hasta la ubicación del contador de consumo del colegio.	1	858,60 €	858,60 €
	10.3	Instalación de línea de vida permanente en la cubierta inclinada de teja del colegio Elortza. Totalmente instalada y homologada de acuerdo a la normativa vigente.	1	4.827,60 €	4.827,60 €
	10.4	Instalación de línea de vida permanente en la cubierta inclinada de chapa del colegio Elortza. Totalmente instalada y homologada de acuerdo a la normativa vigente.	1	7.112,53 €	7.112,53 €
CAPÍTULO 11: GESTIÓN DE RESIDUOS					
11	11.1	Carga y transporte de todos los residuos generados en la obra a gestor autorizado. Incluye presupuesto de costes indirectos, carga y canon de vertido por gestor de residuos autorizado. Certificado adjunto de vertido o gestión mediante albarán.	1	931,38 €	931,38 €
				PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**76.382,39 €**
				PRESUPUESTO POR CONTRATA 19%	**14.512,65 €**
				PRESUPUESTO TOTAL	**90.895,05 €**
				I.V.A. 21%	19.087,96 €
				TOTAL	**109.983,01 €**

5.3 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

En el cálculo del presupuesto del proyecto (I.V.) está dividida en varios capítulos:

sECCIÓN 1: MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	15.684,12 €
sECCIÓN 2: INVERSOR Y MONITORIZACIÓN	3.323,12 €
sECCION 3ª: ESTRUCTURA PORTANTE	8.532,87 €
sECCIÓN 4ª: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	10.155,30 €
sECCIÓN 5: CUADRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM/CPM)	688,50 €
sECCIÓN 6ª: RECURSOS COMPLEMENTARIOS	2.187,00 €
sECCIÓN 7: MANO DE OBRA	19.529,87 €
sECCION 8ª: LEGALIZACIÓN Y TRAMITACIÓN DE INSTALACIÓN	526,50 €
sECCIÓN 9: SEGURIDAD Y SALUD	1.215,00 €
sECCIÓN 10: TRABAJOS ADICIONALES	13.608,73 €
sECCIÓN 11: GESTIÓN DE RESIDUOS	931,38 €

Hay que diferenciar claramente, en dos grupos, los partidos antes mencionados:

- ✓ **Bienes de equipo**
- ✓ **Los bienes con los que se ejecute la obra**

PRESUPUESTO DE BIENES DE EQUIPO

GENERADOR FOTOVOLTAICO ..... 15.684,12 €

INVERSOR Y MONITORIZACIÓN.....3.323,12€

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

ESTRUCTURA PORTANTE .....8.532,87€

INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN (CON BNK) .....10.843,80 €

RECURSOS COMPLEMENTARIOS ..... 2.187,00 €

MANUALIDAD .....19.529,87€

PRESUPUESTO DE BIENES DE EQUIPO:..... **19.007,24€**

PRESUPUESTO ..... **DE EJECUCIÓN DE LA OBRA 41.093,54€**

LEGALIZACIÓN Y TRAMITACIÓN .....**526,50€**

SEGURIDAD Y SALUD ..... **1.215,00 €**

TRABAJOS ADICIONALES ..... **13.608,73 €**

GESTIÓN DE RESIDUOS ..... **931,38 €**

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (EPC): ..... **76.382,39€**

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA 19% (EPC):..... **14.512,65 €**

PRESUPUESTO TOTAL (EPC): ..... **90.895,05€**

IVA (21% EPC): ..... **19.087,96€**

PROIEKTUAREN AURREKONTUA..... **109.983,01€**

Bilbao, 23 de abril de 2025
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado n.º 9264 del Colegio de Bilbao



D. Koldo García Madariaga

6 DOCUMENTO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6. ÍNDICE DEL DOCUMENTO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6 DOCUMENTO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 84
6.1 OBJETO DE ESTE ESTUDIO BÁSICO 86
6.2 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 86
6.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 86
6.4 DATOS GENERALES DE LA OBRA 87
6.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA 87
6.4.2 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS LABORALES 87
6.4.3 INTERFERENCIAS CON LOS SERVICIOS 87
6.4.4 FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA 88
6.4.4.1 ACTUACIONES PREVIAS 88
6.4.4.2 MONTAJE DE ESTRUCTURA 89
6.4.4.3 MONTAJE DE MÓDULOS 92
6.4.4.4 MONTAJE DE INVERSOR-PROTECTORES Y MONTAJE ELÉCTRICO BT 93
6.4.4.5 OBRA CIVIL 95
6.4.5 EQUIPO Y MATERIAL DE TRABAJO 96
6.4.5.1 MAQUINARÍA 96
6.4.5.2 HERRAMIENTAS MANUALES 108
6.4.6 MEDIOS COMPLEMENTARIOS 110
6.4.7 SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA 112
6.4.8 APLICACIÓN DEL PROTOCOLO COVID-19 112
6.4.9 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL 115
6.4.10 MEDICINA PREVENTIVA 115
6.4.11 EMERGENCIAS Y PRIMEROS AUXILIOS 115
6.5 INSTALACIONES SANITARIAS 116
6.6 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR 116
6.7 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 116
6.8 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 116
6.9 OBLIGACIONES DE LAS EMPRESAS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS 117
6.10 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS 118
6.11 PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y GESTIÓN DE RESIDUOS. MEDIDAS A APLICAR 118
6.12 APLICACIÓN DE MEDIDAS DE IGUALDAD 119
6.13 APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE FOMENTO DEL EUSKERA 120
6.14 LIBRO DE INCIDENCIAS 120
6.15 PARALIZACIÓN DE OBRAS 120
6.16 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES 120

6.1 OBJETO DE ESTE ESTUDIO BÁSICO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto servir de base para que las empresas contratistas y cualquier otra empresa que participe en la realización de las obras a que se refiere el título del documento las realicen en condiciones adecuadas para garantizar la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción y demás normativa complementaria o de aplicación.

6.2 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El presente estudio de seguridad y salud se refiere al proyecto de instalación solar fotovoltaica de 100 kW para autoconsumo en el colegio público Elortza de Urduliz (C/ Aita Gotzon, 8, 48610 Urduliz, Bizkaia), cuyos datos globales son los siguientes:

Municipio: URDULIZ

Promotor: AYUNTAMIENTO DE URDULIZ (P4810300F)

Titular del edificio: AYUNTAMIENTO DE URDULIZ

TC + BT: NAFARKOOP ENERGIA S. COOP. S.

Contratista: NAFARKOOP ENERGIA S. COOP. S.

Presupuesto total : 90.895,05 €

Plazo de ejecución: 6 semanas

Autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud: ALFONSO SANTIAGO GARCÍA MÁRQUEZ

6.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El artículo 4, apartado 2, del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece que en los proyectos de obra que no se encuentren incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo artículo, el promotor estará obligado en la fase de redacción del proyecto a la realización del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, debe comprobarse que se dan todas las circunstancias siguientes:

a) El presupuesto de ejecución por contrata es inferior a 450.000 €. Presupuesto total: **90.895,05 € + IVA (19.087,96 €) = 109.983,01 €.**

b) Que su duración prevista sea superior a 30 días laborables y que en ningún caso supere los 20 trabajadores a la vez. En este proyecto se prevén 40 jornadas de obras y no se prevé que trabajen más de 4 trabajadores simultáneamente.

c) Que el volumen de mano de obra calculado, es decir, la suma de los días laborables de todo el personal que trabaja en la obra, sea superior a 500. En este proyecto, el volumen de mano de obra calculado para todos los trabajadores no supera las 500 jornadas.

d) No es obra de túneles, galerías, conductos subterráneos o presas.

Por tanto, no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, siendo además obra menor. Por ello se ha redactado el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

6.4 DATOS GENERALES DE LA OBRA

6.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra se realizará en el Colegio Público Elortza de Urduliz, en la siguiente dirección: C/ Padre Gotzon, 8, 48610 Urduliz, Vizcaya.

Se instalará una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo colectivo y el generador fotovoltaico se instalará en las cubiertas inclinadas de chapa y teja escolar. La potencia de la instalación será de 125,40 kWp / 100 kW.

Las características de la obra y su ubicación son las siguientes:

- Las orientaciones de las cubiertas a utilizar son las siguientes:
    - 21 ° Suroeste (azimut = 21º)
- Posición de las placas: Coplanares.
- Superficie / Tipo de cubierta: 10% inclinación y chapa / 15º inclinación y teja
- Accesos: plataforma elevadora.

En cuanto a las características de la instalación, el tipo de estructura para los módulos será la estructura coplanar de los perfiles de extrusión y de las grapas, ambas de aluminio. Los tornillos son de acero inoxidable.

La unión de esta estructura a la superficie se realizará mediante anclajes específicos para cubiertas de chapa y teja que garanticen la estanqueidad de las mismas.

Respecto a la protección de la instalación fotovoltaica:

- Seccionador KZ (integrado en el inversor)
- Fusibles KZ (20 A, 2P)
- Interruptor automático (160A – 400V – 4P)
- Relé diferencial electrónico ajustable tipo B con toroidal
- Cableado: PV H1Z2Z2-K para CC y RZI-K (AS) para 0,6/1Kv para CA

Por último, en lo que se refiere a la conexión con la red de baja tensión, se conectará a la red interior del edificio.

6.4.2 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS LABORALES

Todos los días, al comenzar los trabajos, se revisarán todos los medios de protección colectiva y se procederá a la reparación o restauración de los deteriorados. Asimismo, cuando los equipos de protección individual se entreguen al personal de obra, se les darán también unas normas de actuación durante el trabajo, indicando que los EPIs son de uso obligatorio.

6.4.3 INTERFERENCIAS CON LOS SERVICIOS

Las interferencias con todo tipo de servicios a menudo causan accidentes. Por ello, se considera muy importante detectar su existencia y ubicación para poder evaluar y limitar claramente los riesgos.

Por un lado, y con el fin de evitar la interferencia con otros servicios, se plantea coordinar los trabajos cuando no se utiliza la escuela Elortza o el nivel de actividad es bajo. De esta forma se perseguirá que no se interrumpa la actividad de la obra.

Por otra parte, y teniendo en cuenta que el emplazamiento donde se va a ejecutar la obra es el edificio público, se deberá evitar en momentos puntuales el uso por parte de la ciudadanía de determinados espacios o espacios concretos del edificio. En concreto, se cerrarán/adaptarán algunos pasos alrededor de la instalación durante las horas en las que se descargarán los paneles con el camión grúa y se molestará/impedirá el acceso a la escuela durante esas horas. Este corte se realizará en coordinación con el Ayuntamiento de Urduliz.

6.4.4 FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA

Las fases principales de la obra son:

6.4.4.1 ACTUACIONES PREVIAS

Se realizará un reconocimiento del terreno y se comprobará que no existen riesgos no previstos en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Se comprobará la existencia de los siguientes documentos:

- Plan de Seguridad y Salud aprobado y visado por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de obras.
- Libro de incidencias firmado y sellado por el coordinador y la empresa adjudicataria.
- Comunicación de apertura del centro de trabajo.
- Libro de subcontratación habilitado por la autoridad laboral competente.

Una vez comprobada la existencia de los documentos enumerados y realizada la coordinación entre la actividad a realizar, se procederá a realizar los siguientes trabajos:

1. Se señalizará y vallará la zona de trabajo con la señalización de obra correspondiente a cada fase de la obra.
2. Montaje de la seguridad colectiva. Para ello se empleará la línea de vida preexistente estalkia para asegurar los anclajes fijos homologados en la cubierta. Para la ejecución de esta obra se utilizará la plataforma elevadora de acceso al tejado, aprovechando el ala del edificio.
3. Se transportará el material necesario y se almacenará el material de pequeño tamaño en los lugares habilitados para ello. Material voluminoso (estructuras, placas, etc.) se procurará que el montaje se lleve en el momento de su ejecución, en caso contrario, se determinará con el Ayuntamiento el espacio más adecuado para su almacenamiento.
4. Se realizará la ubicación de los contenedores de residuos. Los residuos previstos son principalmente cartón, plástico y flejes.
5. Uso de medidas colectivas de seguridad

<u>Riesgos más frecuentes</u>

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de objetos durante su manipulación.

- Caída de objetos desprendidos.
- Sobreesfuerzos.
- Atrapamiento.
- Golpes.
- Cortes.

Normas básicas de seguridad

- Los materiales se recogerán en terreno firme y nivelado.
- Se habilitarán sitios específicos para compilar paquetes de perfilería.
- Se realizará una eslingado adecuada para la recogida de los materiales o se utilizarán los medios adecuados para ello.
- Los cables, eslingas, balancines, pestillos y demás elementos auxiliares serán objeto de un estricto cuidado y control, que se llevará a cabo diariamente y antes y después de cada esfuerzo importante. Mientras se levanta la carga no debe estar en la zona de actuación de la grúa, no debe circular bajo cargas suspendidas.
- Antes de ubicar el camión a utilizar en la descarga de materiales, se debe comprobar la estabilidad del suelo.
- En las maniobras de colocación, no debe estar alrededor del camión.
- El conductor del camión no estará en la cabina, dejará el freno de mano puesto y se colocarán calzos en las ruedas.
- El acceso a las plataformas del camión se realizará por los medios adecuados o por los lugares habilitados al efecto.
- Está prohibido saltar de las cabinas al suelo sin control.
- Se prohíbe cargar y descargar las máquinas con personal sobre ellas o en su interior.

Protecciones personales

- Guantes de seguridad.
- Casco de seguridad, tanto para el personal que se encuentra en la propia obra, como para los maquinistas y conductores de camiones que salen de la cabina de conducción.
- Botas de seguridad.
- Prendas impermeables para ambientes lluviosos.
- Ropa adecuada para el trabajo a realizar.
- Prendas reflectantes.

6.4.4.2 MONTAJE DE ESTRUCTURA

Descripción de los trabajos

En esta fase se montará la estructura de aluminio en la cubierta.

Se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

- Medir y marcar la cubierta
- Colocar anclajes específicos para tejas, levantar perfiles de aluminio y atarlos a anclajes
- Realizar la puesta a tierra de la estructura.

Al realizar estas tareas, el personal irá atado permanentemente a la cuerda de seguridad, mediante cuerdas o retráctiles hasta los arneses de seguridad que lleven puestos. Asimismo, y como se ha mencionado anteriormente, se subirán a la cubierta utilizando la plataforma elevadora.

A. CARPINTERÍA METÁLICA

Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Cortes en el uso de las máquinas herramientas manuales.
- Golpes contra objetos o herramientas.
- Atrapamiento de dedos entre objetos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Exposición a energía eléctrica.
- Caída de elementos de carpintería sobre las personas.
- Sobreesfuerzos.

Normas básicas de seguridad

- En todo momento, no habrá cascotes, incisiones, ni metales y demás objetos punzantes en la zona de trabajo, para evitar accidentes por aplastamiento de objetos.
- Antes de utilizar cualquier máquina herramienta, se verificará que esté en perfecto estado y que tenga instalados todos los mecanismos y protecciones de seguridad.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura de aproximadamente 2 metros.
- Para la iluminación con portátiles se utilizarán "portalámparas estancas de mango aislante" y la rejilla protectora de la bombilla, alimentadas a 24 V.
- Está prohibido conectar los cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin utilizar pasadores macho-hembras.

Prendas de protección personal recomendables

- Guantes de cuero.
- Gafas contra proyecciones.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

B. TRABAJO EN CUBIERTA

Riesgos más frecuentes

- Caída de trabajadores a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel del personal.
- Caída del material o útiles que se están empleando a los niveles inferiores.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras (sellados, impermeabilización en caliente).
- Golpes o cortes por el uso de herramientas manuales o por el material.
- Hundimiento de elementos de cubierta.

Normas básicas de seguridad

- El personal encargado del montaje de la cubierta tendrá conocimiento de la estructura del edificio (ubicación de vigas, correas y travesías) para evitar los riesgos derivados del hundimiento.
- En caso de fuertes vientos, lluvia, nieve o heladas se suspenderán las obras.
- Los materiales se dispondrán de forma que no obstaculicen la circulación de los trabajadores.
- No se correrá por las cubiertas.
- Está terminantemente prohibido atravesar las claraboyas saltando por encima. Es obligatorio el paso por pasarelas si no se puede pasar por otro lugar.
- Para el trabajo en altura se utilizará una plataforma elevadora debidamente homologada.
- Al subir el material, no habrá personal bajo el radio de acción de la plataforma.
- El personal encargado del montaje estará debidamente formado e informado para prevenir los riesgos derivados de la falta de destreza.
- El personal de montaje debe estar informado sobre el procedimiento de montaje de la estructura de soporte de aluminio.
- Los acopios de material bituminoso se distribuirán en la cubierta para evitar sobrecargas puntuales.

Protecciones personales

- Cinturones o arneses de seguridad.

- Calzado antideslizante.
- Guantes de cuero impermeables.
- Casco de seguridad homologado.
- Buzo con manga y brazaletes de pantalón ajustados.

6.4.4.3 MONTAJE DE MÓDULOS

Descripción de los trabajos

Elevación y colocación de los módulos fotovoltaicos en la estructura de soporte montada. La fijación estructural de los módulos o placas se realizará mediante bloques, previa comprobación del nivel de soporte de la estructura por m^2 y de que no alcanza el nivel de peso que implique ninguna peligrosidad.

Asimismo, el descenso de las series se realizará mediante bandejas aislantes debidamente homologadas por el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión (REBT).

Para la recepción de los módulos fotovoltaicos se utilizará siempre una máquina elevadora o un camión grúa. Los módulos se distribuirán uniformemente en la cubierta para evitar sobrecargas. Una vez colocadas las placas, se procederá a su limpieza y a la retirada de los residuos.

El personal deberá estar atado a la cuerda de seguridad en todo momento, mediante arneses homologados, en las zonas de recepción de los módulos.

Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamiento.
- Caída de material o útiles a un nivel inferior.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes.
- Cortes.
- Contactos eléctricos.

Normas básicas de seguridad

- En caso de fuertes vientos, lluvia, nieve o heladas se suspenderán las obras.
- Los materiales se dispondrán de forma que no obstaculicen la circulación de los trabajadores.
- Distribución homogénea de las placas en la cubierta.
- Puesta a tierra de la estructura y equipos de trabajo.
- Mantenimiento periódico de cables y alargadores.

- Las uniones se realizarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad o mediante manguitos aislantes termoretráctiles.

Protecciones personales

- Cinturones o arneses de seguridad.
- Calzado antideslizante.
- Guantes de cuero impermeables.
- Casco de seguridad homologado.
- Buzo con manga y brazaletes de pantalón ajustados.

6.4.4.4 MONTAJE DE INVERSOR-PROTECTORES Y MONTAJE ELÉCTRICO BT

Descripción de los trabajos

Las series se colocarán en la cubierta por medio de bandejas y mediante su inclusión en el cuadro de inversores con conexión entre módulos. Las series se conectarán con el inversor, se preparará el circuito CA y los cuadros de inversores se pondrán a tierra. A continuación se realizará la instalación eléctrica de BT, orientada por el inversor al CPM (caja de protección y medida) de generación, hasta donde se instalará la línea CA y su conexión con la red interna: Se colocará en la parte superior el EMS-Vatímetro y se colocará el cable de comunicación para el paso de las bandejas, mediante albañilería, se dispondrán cajas de protección y se tomarán las medidas necesarias para su creación y conexión a la línea BT.

Riesgos más frecuentes

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Cortes en el uso de herramientas manuales.
- Cortes en el manejo de conductores y conductores.
- Golpes de las herramientas manuales.
- Otros.

Riesgos más comunes detectables en las pruebas de conexión y puesta en servicio de la instalación:

- Electrocución o quemaduras por mala protección de los cuadros eléctricos.
- Electrocución o quemaduras por maniobras inadecuadas en las líneas.
- Electrocución o quemaduras por el uso de herramientas sin aislamiento.
- Electrocución o quemaduras por eludir mecanismos de protección (disyuntores diferenciales, etc.)).
- Electrocución o quemaduras por conexionado directo sin pasadores macho-hembra.

- Otros.

Normas básicas de seguridad

- La iluminación de las zonas de trabajo no será inferior a 100 lux, medidos a 2 m del suelo.
- Para la iluminación con portátiles se utilizarán "portalámparas estancas de mango aislante" y la rejilla protectora de la bombilla, alimentadas por 24 voltios.
- Queda prohibida la conexión de los cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra sin el uso de pasadores macho-hembra.
- Las escaleras de mano que se utilicen serán de tipo "tijera" y estarán provistas de zapatas antideslizantes y de catecilla limitadora de apertura para evitar riesgos derivados de trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe la realización de andamios utilizando las escaleras de mano como caballete para evitar los riesgos derivados del trabajo sobre superficies inseguras y estrechas.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores se protegerán con material aislante normalizado para evitar el contacto con la energía eléctrica.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica se comunicarán a todo el personal de la obra antes del inicio de las mismas para evitar accidentes.
- Previamente a la carga de la instalación eléctrica se llevará a cabo una revisión en profundidad de las conexiones de los mecanismos, protecciones y uniones de los cuadros eléctricos generales directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Verificados estos puntos, se procederá a dictar la orden de entrada en servicio.

Protecciones personales

- Casco de polietileno para su utilización en los desplazamientos por obra y en lugares donde exista riesgo de caída de objetos o golpes.
- Botas de aislamiento eléctrico (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad.
- Silla de maniobra.
- Alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

6.4.4.5 OBRA CIVIL

Descripción de los trabajos

Si fuera necesario, sólo se realizará algún pequeño trabajo de albañilería.

Riesgos más frecuentes

- Atropellos.
- Choques.
- Volcados.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes o atrapamientos en partes móviles de las máquinas.
- Por interferencias con tuberías subterráneas.
- Inundación.
- Afecciones y hundimientos en estructuras de edificios colindantes.
- Polvo.
- Ruido.

Normas básicas de seguridad

- Los productos que no se puedan utilizar se trasladarán directamente a un vertedero autorizado.
- Si hay tuberías eléctricas cerca de la zona de trabajo, deben señalizarse previamente, interrumpir las tareas mecánicas y continuar manualmente. Se informará al propietario de la instalación lo antes posible.
- Cuando tenga que permanecer abierto más de un día, debido a que las personas o terceros andan por la zona, se deberá proteger el riesgo de caídas a distinto nivel utilizando cualquiera de los procedimientos de protección mediante vallas. Con carácter general se utilizará una barandilla reglamentaria (barandilla, listón intermedio y rodapié) a una distancia mínima de 2 metros de la arista.
- Deben existir pasos protegidos por barandillas que permitan el paso sin peligro.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad homologado.
- Calzado de seguridad.
- Calzado de protección.
- Protectores auditivos.
- Ropa protectora.
- Ropa y accesorios de señalización.

Protecciones colectivas

- Señales.
- Banda de plástico de señalización.
- Barandillas duras.

6.4.5 EQUIPO Y MATERIAL DE TRABAJO

6.4.5.1 MAQUINARÍA

Normas básicas de seguridad

- Antes de comenzar el trabajo, se entregará al personal el manual de instrucciones de la máquina, explicando los riesgos existentes y las normas de seguridad a seguir.
- Todos los trabajos de mantenimiento y reparación se realizarán con la maquinaria parada.
- Será utilizado exclusivamente por personal autorizado y especializado.
- Antes de utilizar cualquier máquina herramienta, se verificará que esté en perfecto estado y que tenga todos los mecanismos y protecciones de seguridad instalados correctamente.
- No se dejará ninguna máquina con el motor en marcha.
- En la maquinaria de obra no se transportarán pasajeros.
- Mientras el embrague general esté engranado no se bajará de la cabina.
- Las zonas de trabajo y de riesgo estarán debidamente señalizadas.
- El movimiento de camiones y máquinas se analizará de antemano teniendo en cuenta: vías más cortas, continuidad, separación entre máquina y personas, no interferencia, etc.

PLATAFORMAS ELEVADORAS

Riesgos más frecuentes

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de personas transportadas.
- Caída de objetos almacenados.
- Volcado de la plataforma.
- Quedar atrapado entre alguna parte de la plataforma y del propio aparato elevador, por ejemplo entre transmisiones o contra estructuras, paredes o techos que se deban utilizar para realizar las tareas.
- Golpes contra objetos móviles e inmóviles.
- Cortes y rozaduras en dedos y manos.

- Choque contra objetos.
- Colisión con otros vehículos.
- Caídas de objetos durante su manipulación.
- Contacto eléctrico directo o indirecto con líneas eléctricas aéreas de baja tensión.
- Sobreesfuerzos.
- Posturas forzadas.

Normas básicas de seguridad

En el uso de las plataformas elevadoras, siempre se deben conocer y respetar las disposiciones legales de seguridad, así como las instrucciones del fabricante y, en su caso, de la empresa que arrienda.

- No subir la plataforma con fuertes vientos, mal tiempo, ni utilizar superficies inestables o resbaladizas.
- Nivelar correctamente la plataforma, empleando estabilizadores, si los hubiera. En estos casos, no se debe subir la plataforma salvo que la base y las patas estén correctamente instaladas y los puntos de apoyo estén fijados en el suelo.
- No mover la máquina cuando la plataforma está levantada, a menos que esté diseñada específicamente para ello.
- No alargar el alcance de la máquina con medios auxiliares. En particular, no colocar escaleras apoyadas en ninguna parte de la plataforma o máquina.
- Nunca sobrepasar el límite de carga de la plataforma elevadora.
- No alterar o desconectar componentes que puedan afectar a la estabilidad y/o seguridad de la máquina.
- No sentarse, ponerse de pie o trepar por las barandillas de la cesta. No subir o bajar con la plataforma en movimiento. No subir nunca por los elevadores.
- Vigilancia de distancias de seguridad a redes eléctricas en trabajos en altura.
- Cuidado con los riesgos de choque, especialmente cuando las manos están en los pasamanos de la cesta.
- Está prohibido realizar trabajos bajo las plataformas, así como en las áreas situadas encima de ellas, mientras se trabaja con las mismas.
- La zona que quede en el suelo, debajo de la máquina y alrededor de ella estará restringida para que nadie pase, para que los objetos y materiales no caigan sobre las personas.
- No bajar la plataforma si el área subyacente no está libre de trabajadores y objetos.
- No conectar plataformas u ocupantes a estructuras fijas para evitar enganchamientos.
- Conducir con precaución sin aumentar el exceso de velocidad.
- No dejar nunca la máquina desatendida o con llave para evitar el uso no autorizado.

- No utilizar plataformas con motor de combustión en lugares cerrados, si no están bien ventiladas.
- La máquina deberá ser utilizada por personal debidamente autorizado y habilitado.
- Verificación de niveles, baterías, partes móviles, ruedas, neumáticos, controles y mandos.

Protecciones personales

- Casco de seguridad homologado.
- Calzado de seguridad.
- Calzado de protección.
- Protectores auditivos.
- Ropa protectora.
- Ropa y accesorios de señalización.

CAMION TRANSPORTE

Riesgos más frecuentes

- Atropellos.
- Colisión con otros vehículos.
- Vuelco del camión.
- Caídas.
- Atrapamiento.

Medidas básicas de seguridad

- Antes de comenzar las maniobras de carga y descarga del material, además de colocar el freno de mano en la cabina del camión, se colocarán calzos para frenar las ruedas.
- Se utilizarán escaleras metálicas con ganchos para la subida y bajada de cajas, inmovilización y seguridad en los camiones.
- Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista que conozca la mejor práctica.
- Para las operaciones de carga y descarga en plano inclinado, al menos dos operarios gobernarán el trabajo desde la caja del camión, mediante una cuerda para bajarlo. Nunca habrá nadie al final del plano.
- El máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona aunque se produzcan caídas.
- Las cargas se colocarán de forma uniforme sobre la caja, compensando los pesos.

- El gancho de la grúa auxiliar llevará un pestillo de seguridad.

Normas de seguridad en carga y descarga de camiones

- Pedir la aplicación de guantes o manoplas de cuero.
- El uso permanente de botas de seguridad evitará atrapamientos o golpes en los pies.
- En caso de conducción de cargas en suspensión, hacerlo mediante cuerdas de gobierno asociadas a dichas cargas. No empujar directamente con las manos para evitar lesiones.

TRANSPALETAS MANUALES

Condiciones de uso

La transpaleta no debe utilizarse en lugares de trabajo con rampas o en superficie en mal estado, irregular o resbaladiza.

La capacidad máxima en el transpalet manual indicado por el fabricante debe respetarse, pero debe tenerse en cuenta que los esfuerzos necesarios para arrastrar la carga a partir de una carga dada son mucho mayores que las capacidades humanas.

Además, debe tenerse en cuenta que el esfuerzo a realizar sobre el timón de elevación de la carga depende de:

- Peso de la carga a transportar.
- Naturaleza del conjunto hidráulico y de la barra de tracción.
- Cinemática del elevador.

Por otra parte, el esfuerzo del rodamiento depende de los siguientes parámetros:

- Características, diámetros, tipo y estado de las ruedas, así como el grado de desgaste del sistema de rodadura.
- Peso de la carga transportada.
- Naturaleza y estado del suelo.

En función de ello, se considera conveniente utilizar estos aparatos para transportar cargas de menos de 1.500 Kg, en las que sólo los trabajadores con buenas condiciones físicas podrán utilizarlos. Para pesos mayores, se deberían utilizar transpalets con motor eléctrico u otros dispositivos de manutención mecánica.

Comprobaciones previas

Antes de comenzar con la transpaleta manual, se deben comprobar los siguientes aspectos:

1 Funcionamiento del freno.

2 Mecanismo de elevación.

3 Ruedas, su estado y su giro libre.

4 Estado y limpieza de palas y demás elementos.

5 Mecanismo de rotación.

Antes de recibir una carga, deben realizarse las siguientes comprobaciones:

- Que el peso a recibir es adecuado para la capacidad de la transpaleta, y que la paleta o plataforma también son necesarias para el peso que deben soportar y están en buen estado.
- Que las cargas están debidamente equilibradas, elevadas o sujetas a apoyos.
- Que la longitud de la paleta o plataforma es mayor que la de las horquillas, ya que los extremos no deben salir al exterior.
- Las horquillas se introducen desde el lado más estrecho de la paleta hasta el fondo, asegurándose de que las dos horquillas estén bien centradas debajo.
- No se debe intentar levantar la carga con un solo brazo de la horquilla.
- Se respetarán y respetarán las señales y normas de circulación vigentes en la Empresa, siguiendo exclusivamente los itinerarios establecidos.

Riesgos más frecuentes

Las transpaletas son el origen de numerosos accidentes laborales, con consecuencias como lumbalgias, hernias, heridas en piernas y tobillos, pisoteos y picaduras en pies y manos, afectando a los trabajadores que las utilizan y a los que están a su alrededor. Los riesgos más comunes son los sobreesfuerzos por

- Transportar cargas excesivamente gravosas tanto para la propia carretilla como para la persona que va a moverlas.
- Esfuerzo para aumentar el exceso de carga que requiere demasiado esfuerzo de compresión.
- Zona de trabajo en mal estado.
- Bloqueo de ruedas conductoras.
- Atrapamiento y golpes en extremidades inferiores y superiores por caída o desprendimiento de la carga transportada.
- Mal uso de la transpaleta, que permite golpes o atrapamientos con el chasis o las ruedas guías, si están desprotegidas.
- Atrapamiento por la persona o cizallamiento de dedos o manos al chocar la barra de tracción de la transpaleta contra un obstáculo.
- Caídas al mismo nivel por deslizamiento o deslizamiento del operario durante el uso de la transpaleta debido al mal estado de la superficie de trabajo.
- Colisión con otros vehículos.
- Choque contra objetos o instalaciones por pequeños o insuficientes espacios de movimiento.
- Caídas a distinto nivel por un punto de actuación reducido para la carga y descarga de un camión con puerta trasera elevadora o que tenga que operar desde un muelle de descarga alto.

Ante estos riesgos, es importante tener en cuenta tanto los aspectos materiales de la inseguridad como la falta de formación y capacitación del personal de manejo de la máquina.

Normas de descarga

Antes de realizar la maniobra de bajada de carga, hay que fijarse en el entorno para comprobar que no hay nada que pueda dañar o inestabilizar la carga al colocarla en el suelo.

También hay que cerciorarse de que no haya nadie en la zona que pueda atrapar al bajar los palets.

CARRETILLA ELEVADORA AUTOMOTORA

Riesgos, medidas preventivas y recomendaciones básicas en el trabajo con carros

Para prevenir los riesgos laborales que pueden surgir en el uso de carretillas elevadoras debemos tener en cuenta la existencia de múltiples riesgos, situaciones y eventos peligrosos que, de materializarse, pueden ocasionar daños a las personas, tanto más graves como más leves.

Entre otros, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Formación, experiencia, aptitud física y psicotécnica del operador de carretillas.
- Que los trabajadores se encuentren en las proximidades de la zona de trabajo (o "zona de riesgo").
- Tipo de carro utilizado y su adaptación para la tarea a realizar, mantenimiento, estado, disponibilidad de elementos de seguridad y acondicionamiento (p.ej. : avisador de sonido, birafaro, sistema de retención del operador sobre el asiento, etc.).
- Uso o no de cargas paletizadas, peso de las unidades de carga, características de la carga, dimensiones y posición sobre la horquilla, características de los implementos utilizados, estabilidad y acondicionamiento de los mismos, etc.
- Entorno de trabajo con todas sus características: trabajos en el interior de los locales (zonas de tránsito y trabajo, dimensiones de los locales, tipos de materiales a utilizar, presencia y tránsito de personas, zonas de clasificación, carretilla y entrada y salida de personas, tipo y características del almacenamiento, etc.), trabajos exteriores en el interior de frigoríficos, cajas de camiones, puertos, distribución (interior y/o exterior), trabajos en zonas clasificadas con riesgo de incendio y explosión, trabajos especiales, situación de suelos (agujeros, húmedo, mojado, etc.)), tipos de pavimentos (rugoso, deslizante, etc.)), pendientes, etc.
- Conjunto de prácticas de cada empresa en el movimiento de los materiales con carretillas elevadoras que afectan a los ciclos de trabajo, sobrecargas, orden y limpieza, etc. A continuación se presenta una relación no exhaustiva de los riesgos más característicos de las carretillas elevadoras y sus correspondientes medidas preventivas más habituales. Esta lista no debe sustituir la evaluación obligatoria de riesgos de los puestos de trabajo en las zonas de operación de las carretillas.

Riesgos más frecuentes

Volquetes

Conclusiones:

- Atrapamiento del operador y/o personas del entorno bajo la carretilla.

Motivos:

- Circular con la carga elevada.
- Exceso de velocidad al girar o tomar una curva (carga/vacío).
- Agujeros. Subir bordillos o desniveles al circular.
- Circular con neumáticos o bandas de rodadura en mal estado.
- Explosión de neumáticos y/o rotura de bandas de rodadura por sobrecarga o circulación en suelos con elementos cortantes o abrasivos.

Prevención:

- Carretilla con dispositivo antivuelco (rops) y el operador siempre utilizará cinturón de seguridad o dispositivo de retención.
- Circular con el mástil inclinado hacia atrás y las horquillas a 15 cm del suelo (carga/vacío).
- Reducción de la velocidad al girar o tomar una curva.
- Suelos uniformes en los locales sin irregularidades.
- No subir/bajar bordillos o desniveles, utilizar rampas adecuadas, nunca caminar a una velocidad superior a 10 km/h.
- Analizar diariamente la presión y el estado de los neumáticos y/o bandas de rodadura.
- Sustitución inmediata de neumáticos o bandas de rodadura malas.
- No sobrepasar nunca los límites de carga de la carretilla.
- Instalación de un sistema de limitación de carga en la carretilla.
- Quitar objetos punzantes o abrasivos del suelo.

<u>Caída desde altura y/o vuelco</u>

Conclusiones

- Traumatismos del operador y trabajadores de la zona.
- Rotura de materiales y elementos transportados.

Motivos

- Circular por el borde de los muelles o rampas de carga y descarga.
- Entrada/salida de la caja de camiones.
- Circular sobre suelos de poca resistencia.

Prevención

- No circular por el borde de los muelles o rampas de carga y descarga.

- Protección y señalización de los bordes de los muelles y rampas de carga y descarga.
- Inmovilización del vehículo (con frenos y calzos) y rampas de acceso antes de entrar.
- Inmovilización de rampas de acceso a camiones antes de acceder a sus cajas.
- Comprobar la resistencia de los suelos antes de pasar las carretillas.

Choques y atrapamientos

Conclusiones

- Atropellos por carretillas y/o sus cargas.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Maniobras incontroladas de la carretilla.
- Caída de piezas apiladas.

Motivos

- Circular a alta velocidad.
- Distracción del operador y/o peatones.
- Fallo de los frenos y/o la dirección de la carretilla.
- Deslumbramiento en intersecciones, carga y descarga y/o entradas/salidas de recintos.
- Poca luz.
- Pequeño espacio para maniobras.
- Falta de visibilidad al circular marcha atrás.
- Zonas estrechas de clasificación/elaboración de pedidos.
- Circular con cargas que limitan la visión del operador.
- Circulación por suelos húmedos/resbaladizos.
- Conducir carretillas por personal no preparado y/o no autorizado por la empresa.
- Estanterías con travesías en intersecciones sin protección.
- Circular a alta velocidad.
- Distracción del operador y/o peatones.
- Fallo de los frenos y/o la dirección de la carretilla.
- Circulación por suelos húmedos/resbaladizos.
- Conducir carretillas por personal no preparado y/o no autorizado por la empresa.
- Falta de formación en acumulación de cargas.

- Circular con carga de marcha atrás.
- Maniobrar con poca o ninguna visibilidad.
- Sobrecargar la carretilla.
- Circulación por rampas y desniveles.
- Iluminación deficiente de la zona de apilado de las estanterías.
- Rotura de recipientes y caída de piezas sobre la carretilla.
- Realizar maniobras de apilamiento por personal no preparado.

Prevención

- La carretilla deberá ser rehabilitada en la parte superior del pórtico de seguridad, mediante conexión permanente en marcha.
- El operador usará claxon al entrar/salir en los cruces y recintos.
- Protección de las salidas peatonales dentro de los locales mediante vallas.
- Revisar diariamente y periódicamente el estado de los frenos y la dirección.
- Estudio y prevención de las zonas donde se pueden producir deslumbramientos.
- Iluminación de pasillos e interiores (mínimo 100 lux).
- Alumbrar la carretilla para circular por el exterior o por zonas mal iluminadas.
- Revisión diaria y periódica del alumbrado de carretilla y almacén.
- Disponer de espacio suficiente para la marcha y maniobra de la carretilla.
- Dotar el asiento del operador de un sistema que permita un giro de unos 30º para facilitar las maniobras de retroceso.
- Delimitar, señalizar y mantener permanentemente libres las zonas de paso de peatones y carros.
- Creación, mantenimiento y señalización de áreas de clasificación de productos y de pedidos.
- Intentar ver bien el camino a seguir. Si la carga lo impide, ir hacia atrás, con mucho cuidado, con la ayuda de un operario que ayude a realizar la maniobra.
- Utilizar carretillas de conductor elevadas en caso de transporte frecuente de cargas de gran volumen.
- Reducción de la velocidad en zonas con suelos húmedos o resbaladizos.
- Las plantas de rodadura de las carretillas serán de suelo antideslizante, especialmente si se trata de humedales.
- Formar y reciclar periódicamente operadores y personal de almacén.

- Protección de los travesaños de estanterías contra choque de carros, especialmente en los cruces.
- La carretilla deberá ser rehabilitada en la parte superior del pórtico de seguridad, mediante conexión permanente en marcha.
- Revisar diariamente y periódicamente el estado de los frenos y la dirección.
- Reducción de la velocidad en zonas con suelos húmedos o resbaladizos.
- Las plantas de rodadura de las carretillas serán de suelo antideslizante, especialmente si se trata de humedales.
- Formar y reciclar periódicamente operadores y personal de almacén.
- Creación, mantenimiento y señalización de áreas de clasificación de productos y de pedidos.
- Formar y reciclar periódicamente operadores y personal de almacén.
- Para evitar su mal uso o su utilización por personal no formado o no autorizado, los carros dispondrán de una llave de contacto a disposición del operador o responsable de la empresa.
- Si alguna vez hay que dar marcha atrás, hay que tener mucho cuidado y, si es necesario, se guiará la carretilla con la ayuda de una persona entrenada.
- Colocar retrovisores (central y laterales) para facilitar las maniobras.
- Colocar un claxon intermitente en la carretilla que se activa al retroceder.
- Intentar ver bien el camino a seguir. Si la carga lo impide, ir hacia atrás, con mucho cuidado, con la ayuda de un operario que ayude a realizar la maniobra.
- Utilizar carretillas de conductor elevadas en caso de transporte frecuente de cargas de gran volumen.
- La circulación en rampas o pendientes (vacío/cargado) se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante y señalizando las zonas que no puedan ser sobrepasadas por el carro.
- Las rampas bajarán siempre hacia atrás, con mucho cuidado.
- No girar sobre las rampas.
- Carro con estructura para la protección de objetos contra caídas (fops).
- El uso de carretillas está restringido al personal formado y autorizado por la empresa.
- Para evitar su mal uso, los carros dispondrán de una llave de contacto a disposición de un responsable de la empresa.
- Formar y reciclar periódicamente operadores y personal de almacén.

<u>Caída de cargas transportadas/recibidas</u>

Conclusiones

- Caída de materiales sobre las personas del entorno.
- Caída de materiales sobre el operador.

Motivos

- Rotura de tuberías de circuitos hidráulicos de la carretilla.
- Bajar fuertes pendientes con la carga en el sentido de la marcha.
- Cruzar vías férreas o salientes del terreno, circulando a gran velocidad.
- Retención o acumulación de cargas en las horquillas.
- Rotura de cargas elevadas y caída de piezas sobre el operador.
- Circular con la carga elevada.

Prevención

- Revisión diaria y periódica de circuitos hidráulicos.
- Las cargas deben colocarse siempre sobre las horquillas para evitar caídas (utilizar palets o contenedores y sistemas de fijación adecuados).
- Carro con estructura para la protección de objetos contra caídas (fops).
- Antes de transportar o recibir una carga, compruebe la tabla de características de la carretilla o implemento que utiliza.
- Revisión diaria y periódica de circuitos hidráulicos.
- Circulará siempre con las cargas puestas a 15.

Incendio y/o explosión

Conclusiones

- Incendio y/o explosión en centros de trabajo.

Motivos

- Uso de carretillas convencionales en lugares con atmósferas de gases, vapores o polvo explosivo/inflamable.
- Utilizar carretillas de motor térmico (motor diesel) de combustión deficiente en lugares con materiales inflamables o combustibles.
- Uso de carretillas convencionales en lugares con atmósferas de gases, vapores o polvo explosivo/inflamable.
- Carga de baterías eléctricas en zonas con focos de ignición.
- Sobrecarga de elementos de la instalación de carga de baterías eléctricas.
- Fugas de combustibles, gases o vapores inflamables por rotura de tuberías, perforación del depósito o defectos en los acoplamientos.

Prevención

- utilización de carros antiexplosión certificados según Real Decreto 144/2016.
- Suministro de retenedor de chispas (extintores) para carros de motor térmico a la salida del tubo de escape.
- Revisión diaria de la combustión en carretillas de motor térmico.
- Incendio de carretillas.
- utilización de carros antiexplosión certificados según Real Decreto 144/2016.
- El área de carga de baterías debe estar bien ventilada.
- Durante el uso y la carga de las baterías, no está permitido el uso de cadenas, pulseras, relojes u otros elementos metálicos que puedan causar cortocircuitos.
- Prohibir la utilización de encendedores o llamas vivas para comprobar los niveles de carga.
- En la carga automática de baterías, solo se cargará la cantidad prevista por el fabricante del equipo al mismo tiempo.
- Revisión diaria y periódica de circuitos, depósitos, acoplamientos de combustible, elementos y circuitos de baterías.
- Revisión diaria y periódica de los sistemas de combustión y/o baterías eléctricas.

<u>Caída de personas al subir, bajar, transportar o llevar carretillas</u>

Conclusiones

- Contusiones múltiples.
- Golpes por caída de personas colocadas encima del carro.

Motivos

- Sistemas inadecuados o inseguros para subir/bajar de la carretilla.
- Transporte de personas en carretillas no preparadas para ello.

Prevención

- Colocar a la carretilla un suelo antideslizante sobre el bastidor y una abrazadera en el bastidor del pórtico.
- Informar al operador de la forma segura de subir y bajar la carretilla.
- Prohibir el transporte de personas en carros con un solo asiento.
- Informar al operador de los riesgos del transporte no autorizado de personas.
- Traumatismos por caída superior de personas elevadas.
- Levantar personas sobre una paleta o horquillas.

- Prohibición del uso de carretilla elevadora.
- Solo excepcionalmente se admitirá su uso para el levantamiento de personas, para lo cual se utilizarán equipos que garanticen un nivel de seguridad adecuado.

6.4.5.2 HERRAMIENTAS MANUALES

En este apartado se incluyen: llaves fijas, llaves de tubo, destornilladores, destornilladores eléctricos, taladro percutor, pistola clavadora, herramienta de enclavamiento, carretillas manuales y transpaletas.

Riesgos más frecuentes

- Proyección de partículas.
- Contactos eléctricos.
- Caída en altura.
- Cortes.
- Explosiones e incendios.
- Inhalación de polvo.
- Exposición al ruido.
- Aplastamiento.
- Contacto con corrientes eléctricas.

Normas básicas de seguridad

- Todos los aparatos eléctricos tendrán doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utiliza estas herramientas debe conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas se revisarán periódicamente para que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Se guardarán en el almacén de obras y, una vez finalizado el trabajo, se trasladarán al almacén, y los útiles más pesados se colocarán en los estantes más próximos al suelo.
- La desconexión de las herramientas no se realizará tirando del cable de alimentación de forma brusca.
- Las herramientas no se manipularán si no han sido previamente desconectadas de la corriente eléctrica.
- No se utilizarán aparatos eléctricos sin enchufe, si fuera necesario utilizar mangueras de conexión éstas se trasladarán al enchufe y nunca al revés.
- Los trabajos a realizar con estas herramientas se realizarán siempre en una posición estable.
- Áreas de trabajo limpias y ordenadas.

- Adecuada conservación de la alimentación eléctrica.
- Durante el traslado de miras, tablones y puntales en la carretilla, se amarrará firmemente el paquete a llevar para evitar vuelcos y accidentes.
- Los sacos/áridos de cemento se transportarán preferentemente sobre el carro de mano para evitar sobreesfuerzos.
- Atrapamiento por la persona o cizallamiento de dedos o manos al chocar la barra de tracción de la transpaleta contra un obstáculo.
- Caídas al mismo nivel por deslizamiento o deslizamiento del operario durante el uso de la transpaleta debido al mal estado de la superficie de trabajo.
- Colisión con otros vehículos.
- Choque contra objetos o instalaciones por pequeños o insuficientes espacios de movimiento.
- Caídas a distinto nivel por un punto de actuación reducido para la carga y descarga de un camión con puerta trasera elevadora o que tenga que operar desde un muelle de descarga alto.
- Comprobar que el peso de la carga a elevar es adecuado para la capacidad de carga de la transpaleta; para evitar sobrecargas, es conveniente que el sistema hidráulico de elevación tenga una válvula limitadora de carga para que actúe cuando el peso de la paleta cargada exceda la capacidad de carga de la máquina.
- Asegurarse de que la paleta o plataforma es adecuada para la carga que debe soportar y que está en buenas condiciones.
- Asegurar que las cargas están debidamente equilibradas, elevadas o atadas a los apoyos.
- Comprobar que la longitud de la paleta o plataforma es mayor que la longitud de las horquillas, ya que sus extremos no deben resaltarse, ya que pueden dañar otra carga o una paleta; no se podrían dejar dos paletas anudadas por la cabeza y probablemente los rodillos no quedarían libres de la parte inferior de la paleta, por lo que al levantarla, la travesera inferior correspondiente se liberaría. Como norma se puede decir que para las paletas de 1.200 mm se deben utilizar horquillas de 1.150 mm y para las paletas de 1.000 mm se deben utilizar horquillas de 910 mm. Para otras medidas se aplicará un criterio similar.
- Las horquillas deben introducirse hasta el fondo por la parte más estrecha de la paleta, asegurándose de que ambas horquillas estén bien centradas bajo la paleta.
- Nunca se debe intentar levantar la carga solo con un brazo de la horquilla.

Protecciones personales

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protección auditiva.
- Calzado con plantilla anticlavos.

- Arnés de seguridad para trabajos en altura.
- Mascarillas antipolvo.

6.4.6 MEDIOS COMPLEMENTARIOS

Al inicio de la jornada se comprobará el estado de los medios auxiliares, en este caso las escaleras.

Asimismo se comprobará el estado de los arneses de seguridad y de los anclajes.

Escaleras de mano de dos tipos, metálicas y de madera. En ningún caso se utilizarán las escaleras para alturas superiores a 5 metros.

Riesgos más frecuentes

a) ESCALERA MANO

- Caídas al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Deslizamiento por soporte inadecuado (falta de zapatos, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Fractura por vicios ocultos.
- Las derivadas de usos inadecuados o de montajes peligrosos (uniones de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a subir, etc.).
- Otros.

Normas básicas de seguridad

a) ESCALERAS DE MANO

i Para aplicar en el uso de escaleras de madera.

- Las escaleras de madera a utilizar en esta obra tendrán travesaños de una sola pieza, sin defectos o nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños de madera (travesaños) estarán ensamblados.
- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie por barnices transparentes para que no oculten los posibles defectos.

ii Aplicación en el uso de escaleras metálicas.

- Los travesaños serán de una sola pieza y sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las protegerán de las agresiones externas.
- Las escaleras metálicas que se utilizarán en esta obra no se complementarán con uniones soldadas.

iii Aplicable al uso de escaleras de tijera. para calidades de "madera o metal" se aplicarán las condiciones señaladas en los apartados a y b.

- Las escaleras de tijera que se utilicen en esta obra tendrán limitaciones de seguridad de apertura en la articulación superior.
- Las escaleras de tijera tendrán, hacia la mitad de su altura, una catecilla (o cable de acero) con el límite máximo de apertura.
- Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales, abriendo ambos travesaños para no disminuir la seguridad.
- Las escaleras de tijera en uso se montarán con los travesaños abiertos al máximo para no reducir la seguridad.
- La escalera de tijera nunca se utilizará como caballete para el sostenimiento de las plataformas de trabajo.
- Las escaleras de tijera no se utilizarán si la posición necesaria para un trabajo determinado obliga a colocar los pies en los tres últimos peldaños.
- Las escaleras de tijera se situarán siempre sobre pavimentos horizontales.

iv Utilizar las escaleras de mano, independientemente de los materiales que las componen.

- Se prohíbe el uso de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 m. en esta obra.
- Las escaleras de mano que se utilizarán en esta obra tendrán zapatas antideslizantes de seguridad en su parte inferior.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra estarán firmemente conectadas al objeto o estructura que se introducen en el extremo superior.
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra serán un metro más altas que la altura a salvar.
- En la colocación de las obras a emplear en esta obra, el apoyo inferior estará separado de la proyección vertical del apoyo superior en 1/4 de la longitud del travesaño entre apoyos.
- En esta obra se prohíbe transportar manualmente (o en hombros) pesos de 25 kg o más en las escaleras de mano.
- Queda prohibida la colocación de la base de las escaleras de mano de esta obra sobre lugares u objetos poco firmes que puedan disminuir la estabilidad de este medio auxiliar.
- Los trabajadores de esta obra accederán uno a uno por las escaleras de mano. Se prohíbe el uso simultáneo de la escalera por dos o más trabajadores.
- El ascenso, descenso y trabajo a través de las escaleras de mano de esta obra se realizará de frente, es decir, mirando directamente los niveles que se están utilizando.

Protecciones personales

- Casco de polietileno.

- Botas de seguridad.
- Calzado antideslizante.
- Cinturón de seguridad tipo A o C.

6.4.7 SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA

La obra deberá estar totalmente señalizada y con acceso cerrado a personas ajenas a la obra.

La obra deberá disponer como mínimo de las siguientes señales:

- Señalización para uso del cinturón de seguridad, botas y guantes.
- Señales de riesgo eléctrico, caída de objetos, caídas a distinto nivel, cargas suspendidas.
- Señal de que está prohibido el paso y prohibido fumar a toda persona ajena a la obra.
- Señal de prohibición de paso a toda persona no autorizada.
- Señal de información para la localización del botiquín

6.4.8 APLICACIÓN DEL PROTOCOLO COVID-19

Las empresas participantes establecerán un procedimiento de actuación ante el coronavirus (COVID-19). Este procedimiento:

- Se difundirá entre los trabajadores.
- Se llevará un registro de las acciones acordadas, indicando fecha, hora, responsables, etc., y se guardará toda la documentación generada.
- Se distribuirá entre los empleados material informativo comprensible de fuentes fiables sobre los aspectos básicos de la lucha contra la contaminación:
    - Medidas higiénicas personales y colectivas.
    - Criterios establecidos por la autoridad sanitaria para considerar que una persona puede estar expuesta a la enfermedad.
    - Pautas de actuación ante un caso sospechoso.

Dicho plan deberá incluir, además, los siguientes aspectos:

- **Información y control de síntomas**
    - Se informará al personal de los síntomas.
    - En el caso de que se detecte alguno de estos síntomas, existirá un protocolo de actuación que avisará al personal de vigilancia de la salud a la unidad de vigilancia del servicio de prevención o al servicio de salud correspondiente.
    - Se colocarán carteles explicativos de cómo actuar y lavarse las manos ante la COVID-19.
- **Evitar el contacto cercano**

- Si el trabajador presenta síntomas antes de salir del domicilio, no acudirá al centro de trabajo y comunicará su situación a la empresa, al Servicio de Prevención y al Servicio de Salud.
- El acceso a la obra se escalonará.
- Se establecerán turnos de descanso.
- se mantendrá el distanciamiento social de 2 metros.
- Siempre que sea posible, el trabajo se distribuirá de manera que se mantengan las distancias de seguridad.
- Se valorará el uso de EPIs.
- En los traslados de materiales se mantendrán las distancias de seguridad.
- Se reducen los pasos a nivel.
- Se evitarán las manifestaciones de urbanidad o afecto que provoquen una relación física.
- Se prohibirán las visitas de obra que no sean obligatorias.
- NO es necesario utilizar mascarillas. Solo en casos concretos, cuando la actividad a realizar sea indispensable y no se pueda garantizar la protección del trabajador, se utilizarán los servicios de prevención siguiendo las instrucciones recibidas en relación al uso de los equipos de protección individual.

- **Medidas higiénicas**
  - Lavarse las manos frecuentemente con agua y jabón o soluciones alcohólicas.
  - Disponer de zonas para el lavado de manos, ya sea con agua, jabón, geles, así como para el lavado de equipos, herramientas, etc. Todos ellos son obligatorios.
  - Evitar compartir equipos, herramientas, etc. si es posible.
  - Tapar la boca y la nariz con un codo doblado o un pañuelo desechable al toser o estornudar.
  - Usar y tirar trapos desechables.
  - No compartir vasos, botellas y cubiertos entre el personal.
  - Mantener los aseos y zonas comunes limpios y desinfectados.
  - Prestar especial atención a los trabajos que se realicen en entornos cerrados y que presenten condiciones de ventilación deficientes o especiales.
  - Colaboración en la renovación del aire en centros de trabajo y chabolas. Establecer la ventilación si es necesario.

- **Medidas organizativas**
  - Analizar las posibilidades de desplazamiento del personal. A la hora de realizar los desplazamientos de las personas, hay que tener en cuenta:

- En los vehículos de hasta nueve plazas, incluida la del conductor, cuando más de una persona tenga que viajar en vehículo, el transporte público, privado complementario y particular de personas respetará el desplazamiento de un máximo de una persona por fila de asientos, manteniendo la mayor distancia posible entre los viajeros.

- Identificar al personal especialmente sensible a este riesgo para adoptar las medidas específicas necesarias para su protección.

- Los grupos de riesgo o grupos vulnerables para el COVID-19 son los siguientes en el procedimiento de actuación para los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales ante la exposición al SARS-CoV- 2, publicado por el Ministerio de Sanidad el pasado 30 de marzo:

    - mayores de 60 años.
    - Incluidas las enfermedades cardiovasculares.
    - Hipertensión.
    - Diabetes.
    - Enfermedades pulmonares crónicas.
    - Cáncer en fase de tratamiento.
    - Inmunodeficiencia.
    - Embarazo.

Una vez identificada y definida esta característica, se analizará si pueden continuar en el puesto de trabajo y con las actividades que les son propias.

- Analizar la organización y distribución del trabajo para mantener las distancias de seguridad y medidas de higiene, valorando la asignación de franjas horarias, turnos, zonas, etc. Delimitar y señalizar zonas.

- Definir el uso de lugares comunes: vestuarios, comedores, etc.

- **Obras en edificios en uso**

    - Evitar el contacto entre los trabajadores y las personas que transitan por la empresa, manteniendo siempre la lejanía social.

    - Uso de accesos independientes, si es posible: el acceso a la gente de la empresa no es el acceso de los trabajadores, o se debe realizar una sectorización especial y/o temporal entre los trabajadores y las demás personas fuera de la obra; es decir, el espacio ocupado por los trabajadores no es ocupado por otras personas durante el trabajo, y/o el espacio ocupado por los trabajadores no es ocupado por otras personas al mismo tiempo.

    - Determinar la jornada de trabajo teniendo en cuenta los medios higiénico-sanitarios disponibles, la comida y las molestias que se puedan producir.

    - Coordinar con el promotor de la obra todos los temas: cierre de aperturas en fachada, horarios de utilización de zonas comunes, etc.

    - Introducción y retirada de materiales, herramientas, etc., una vez al día, durante la entrada y salida del personal.

- Limpiar zonas comunes y elementos afectados una vez entrados y sacados, al entrar y salir de la calle al trabajo en sentido contrario.

- Limpieza y, si es posible, desinfección de las zonas de trabajo.

6.4.9 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL

Todas las personas de la empresa recibirán formación sobre los riesgos presentes en la obra y sobre las medidas preventivas a adoptar para evitar o minimizar dichos riesgos. Además, sabrán muy bien cómo actuar en caso de emergencia.

Una vez iniciados los trabajos descritos, todo el personal de las empresas subcontratadas, en su caso, cualquiera que sea el tipo de contratación o la duración de la misma, deberá contar con la formación teórica y práctica suficiente y adecuada en materia preventiva, así como toda la información necesaria sobre:

- Riesgos en el desarrollo del trabajo.
- Medidas y actuaciones de protección y prevención.
- Medidas de emergencia.

6.4.10 MEDICINA PREVENTIVA

La empresa contratista será responsable de la certificación y gestión del cumplimiento del reconocimiento médico por todas las personas, mediante el certificado de aptitud de la mutua o documentación correspondiente.

Todos los accidentes que puedan sufrir los trabajadores serán investigados por el responsable de la obra y por el responsable de la obra de la empresa contratista, dándose parte de los mismos.

6.4.11 EMERGENCIAS Y PRIMEROS AUXILIOS

Una emergencia es una situación inesperada que requiere una intervención prioritaria debido a la posibilidad de causar daños a las personas, instalaciones, procesos o el medio ambiente.

En caso de emergencia durante la realización del trabajo contratado, todo el personal debe conocer el lugar de llamada, adjuntando un listado de teléfonos de emergencia.

En caso de emergencia en la obra, todo el personal, subcontratado o no, deberá:

- Parar las obras y dejarlas en condiciones de seguridad.
- Desconexión de equipos en uso.
- Abandonar la zona acudiendo a un lugar seguro fuera del ámbito afectado y comprobar que no queda nadie.
- Transmisión de la alarma

Para la extinción de incendios se utilizarán extintores de acuerdo con la norma UNE 23.110.

6.5 INSTALACIONES SANITARIAS

La plantilla media prevista en la obra es de 4 personas, por lo que no se prevé la instalación de caseta provisional de vestuarios y aseos. Para ello se utilizarán los vestuarios y servicios municipales, previa aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud.

6.6 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Con carácter previo al inicio de los trabajos, la persona que actúe como promotor designará un Coordinador de Seguridad y Salud cuando en la ejecución de las obras participen más de una empresa o varios trabajadores autónomos.

El nombramiento de un coordinador en materia de seguridad y salud no exime al promotor de la responsabilidad que le corresponda.

El promotor solicitará la correspondiente licencia de obras antes del inicio de las obras.

6.7 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

El coordinador para la realización del proyecto y ejecución de la obra podrá ser la misma persona.

Durante la ejecución de la obra, el Coordinador de Seguridad y Salud ejercerá las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para que las empresas y personas actuantes apliquen de forma coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, durante las actividades a las que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones del mismo.
- Organizar la coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar acciones y funciones para el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Estas funciones serán asumidas por la Dirección Facultativa cuando no proceda el nombramiento de coordinador.

6.8 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, la empresa contratista elaborará, con carácter previo al inicio de la obra, un Plan de Seguridad y Salud en el que se analizarán, desarrollarán y completarán las previsiones contenidas en el presente Estudio Básico, de acuerdo con su sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas preventivas alternativas propuestas por la empresa contratista, con la

debida justificación técnica, y no supondrán una reducción de los niveles de protección previstos en el presente Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por la persona que desempeñe la función de coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. La empresa contratista podrá modificarla en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las incidencias o modificaciones que puedan surgir durante la obra, con la aprobación expresa del coordinador. Cuando no sea necesaria la designación del coordinador, la dirección facultativa asumirá las funciones que se le encomienden.

Quienes participen en la ejecución de la obra, las personas u órganos con responsabilidades en materia preventiva en las empresas participantes y los representantes de los trabajadores podrán formular por escrito y de forma motivada las sugerencias y alternativas que consideren oportunas. El plan estará en obra para consulta a disposición de cualquier persona autorizada.

6.9 OBLIGACIONES DE LAS EMPRESAS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

La empresa contratista y/o subcontratista estará obligada a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:

    - Mantener la obra limpia.
    - Seleccionar la ubicación de los puestos de trabajo y áreas de trabajo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y las vías o zonas de tránsito o circulación.
    - Manipulación de materiales y utilización de medios auxiliares.
    - Mantenimiento, control previo y periódico de las instalaciones y aparatos necesarios para la ejecución de las obras, para la corrección de los defectos que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
    - Delimitación y acondicionamiento de áreas de almacenamiento y depósito de materiales, especialmente si se trata de materias peligrosas.
    - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
    - Recoger los materiales peligrosos utilizados.
    - Adaptación del tiempo efectivo en trabajos o fases de trabajo.
    - Colaboración entre todas las personas que intervienen en la obra.
    - Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir y hacer cumplir a las personas a su cargo lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

3. Cumplir la normativa de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones relativas a la coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997.

4. Proporcionar a los trabajadores autónomos información y pautas adecuadas sobre todas las medidas a adoptar en materia de seguridad y salud.

5. Seguir las instrucciones e instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la correcta ejecución de las medidas preventivas establecidas en el Plan, así como de las obligaciones que correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias derivadas del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades del coordinador, la dirección facultativa y el promotor no eximirán de su responsabilidad a los contratistas y subcontratistas.

6.10 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos tienen las siguientes obligaciones:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva contemplados en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:
    - Orden y limpieza de la obra.
    - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
    - Recoger los materiales peligrosos utilizados.
    - Adaptación del tiempo efectivo en trabajos o fases de trabajo.
    - Colaboración entre todas las personas que intervienen en la obra.
    - Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
3. Adecuar su actividad a los deberes de coordinación de las actividades empresariales previstos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y, en particular, participar en cualquier medida en la actuación coordinada establecida.
4. Cumplir las obligaciones que para los trabajadores establecen los apartados 1 y 2 del artículo 29 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. utilización de equipos de trabajo de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997.
6. Selección y utilización de los equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
7. Seguir las instrucciones e instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.
8. Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

6.11 PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y GESTIÓN DE RESIDUOS. MEDIDAS A APLICAR

a) Reducción de emisiones a la atmósfera

- Es aconsejable apagar el motor de los vehículos y las máquinas durante las esperas.
- Se exigirá al contratista de obras que toda la maquinaria utilizada en la obra esté dotada de todos los documentos exigidos conforme a la normativa vigente:

seguro obligatorio y, en su caso, certificado de haber superado la inspección técnica de vehículos.

- Se respetará la prohibición de quemar residuos de construcción.

b) Ruido y vibraciones:

- La maquinaria auxiliar utilizada en el interior del recinto no podrá superar los 80 dBA de ruido. Para ello, se tomarán las medidas correctoras adecuadas, como la utilización de compresores eléctricos con menor contaminación acústica o de compresores normales con silenciadores.

c) Orden y limpieza de la obra. Se comprobarán:

- Ausencia de residuos incontrolados y ausencia de manchas de aceite y/o combustible sobre el terreno.
- Que no haya fuego. Debido al riesgo de contaminación del suelo y la atmósfera, en ningún caso puede ser una forma de eliminar plásticos u otros residuos.
- Que al finalizar las obras el entorno esté limpio en todas las zonas alteradas durante la ejecución de las obras.

d) Control de la correcta gestión de los residuos. Los residuos de construcción y otros residuos se almacenarán, utilizarán, separarán y gestionarán dentro de la obra.

6.12 APLICACIÓN DE MEDIDAS DE IGUALDAD

Se controlará que las empresas que intervengan en la obra:

- Criterios comunicativos sexistas y no discriminatorios.
- Garantizar el acceso a la empresa igualitario y sin sesgos discriminatorios para todos los géneros.
- Los criterios de selección para asistir a los cursos de formación dependen de las necesidades derivadas de las exigencias del puesto y todos los géneros tienen la misma oportunidad.
- Disponer de medidas adecuadas para conciliar la vida laboral y familiar.
- Que la política salarial sea igualitaria y que se abone a las personas en función del salario establecido en el convenio para cada categoría profesional y de las funciones y responsabilidades que se desempeñen. Ausencia de desigualdades de género en este ámbito.
- Que las modalidades contractuales estén relacionadas con el puesto de trabajo y nunca con el género.
- Formación del personal en el uso de un lenguaje no sexista y no discriminatorio.
- Garantizar la prevención, denuncia y tratamiento del acoso sexual y por razón de sexo.
- La existencia en la empresa de medidas de protección de las mujeres en caso de embarazo.

6.13 APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE FOMENTO DEL EUSKERA

Se procurará que las empresas que intervengan en la obra:

- Que todas las señales de la obra estén impresas en euskera y castellano.
- Desarrollar vías para dar servicio a los clientes euskaldunes en euskera.
- Adoptar medidas para integrar los criterios de política lingüística en el sistema de la organización, especialmente mecanismos de seguimiento y empoderamiento de los responsables.

6.14 LIBRO DE INCIDENCIAS

En el centro de trabajo, para el control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, existirá un Libro de Incidencias. Este libro tendrá hojas duplicadas y será expedido por el colegio profesional de la persona que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá estar siempre en obra y a disposición del coordinador. Podrán acceder al Libro: La Dirección Facultativa, las empresas contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia preventiva de las empresas participantes, los representantes de los trabajadores y las personas con cargos técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en la materia. Todos ellos podrán hacer observaciones.

Una vez anotado en el Libro de Incidencias, el coordinador deberá remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia donde se realice la obra. Asimismo, comunicará dichas observaciones a la empresa contratista y a los representantes de los trabajadores.

6.15 PARALIZACIÓN DE OBRAS

Si durante la ejecución de las obras el Coordinador observara el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, lo comunicará a la empresa contratista, anotándolo en el Libro de Incidencias, quedando facultado para paralizar los trabajos o, en su caso, paralizar la totalidad de la obra, en el riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores.

Dará cuenta de ello a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia donde se ejecute la obra, a los efectos oportunos. Asimismo, lo comunicará a la empresa contratista y, en su caso, a los subcontratistas y/o trabajadores autónomos afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores.

6.16 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Las empresas contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible sobre todas las medidas a adoptar en relación con su seguridad y salud en la obra.

La empresa contratista entregará una copia del Plan de Seguridad y Salud a los representantes de los trabajadores para su conocimiento y seguimiento.

Bilbao, 23 de abril de 2025
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado n.º 9264 del Colegio de Bilbao



D. Koldo García Madariaga

7 DOCUMENTO: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE DEL DOCUMENTO: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

7 DOCUMENTO: ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS 122
7.1 DEFINICIONES 124
7.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS 124
7.2.1 PREVENCIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE MATERIALES 124
7.2.2 PREVENCIÓN EN LA PUESTA EN OBRA 125
7.2.3 PREVENCIÓN EN EL ALMACENAMIENTO EN OBRA 125
7.2.4 CANTIDAD DE RESIDUOS 125
7.2.5 Reutilización 126
7.2.6 SEPARACIÓN DE RESIDUOS 126
7.2.7 INVENTARIO DE RESIDUOS PELIGROSOS 128
7.2.8 DESTINO FINAL 129
7.3 PRESCRIPCIONES DEL DOCUMENTO DE RESIDUOS 129
7.3.1 OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES 129
7.3.2 GESTIÓN DE RESIDUOS 129
7.3.3 DIFERENCIACIÓN 130
7.3.4 DOCUMENTACION 130
7.3.5 NORMATIVA 131
7.4 MODELO DE IMPRESOS 132
7.4.1 ACTA DE APROBACION 132
7.4.2 LISTADO DE SALIDAS DE ESCOMBROS 133
7.4.3 ALBARÁN DE RECOGIDA DE RESIDUOS NO PELIGROSOS 133
7.4.4 NOTIFICACIÓN TRASLADO RESIDUOS PELIGROSOS 134
7.4.5 ACEPTACIÓN DEL RESIDUO PELIGROSO 135
7.4.6 PICTOGRAMAS DE PELIGRO 136
7.4.7 ETIQUETADO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS 139
7.4.8 CARTELES 139
8 DOCUMENTO: ESTIMACIÓN DE EMISIONES 140
8.1 ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN Y AUTOCONSUMO DE LA INSTALACIÓN SOLAR 141
8.2 EMISIONES DE GEI EVITADAS 141
8.3 AHORRO EN ENERGÍA ELÉCTRICA FINAL 141
8.4 CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE CO_2 EVITADAS 141
9 DOCUMENTO: CONCLUSIÓN 143
9.1 CONCLUSIÓN 144
10 ANEXOS 145

7.1 DEFINICIONES

Para una mejor comprensión de este documento, se han elaborado las siguientes definiciones en el ámbito de la gestión de residuos de construcción y demolición:

Residuo: Según la Ley 22/2011, de 28 de julio, el residuo es cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención o la obligación de desprenderse.

Residuo peligroso: un residuo que tenga una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III y que el Gobierno pueda aprobar de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales en los que España sea parte, así como los envases que hayan contenido dichos residuos.

Residuos industriales: residuos procedentes de procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento, generados por la actividad industrial, con excepción de las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

Productor de residuos: cualquier persona física o jurídica que produzca residuos (productor inicial de residuos) o que efectúe operaciones de tratamiento previo, mezcla u otras que supongan un cambio en la naturaleza o composición de dichos residuos. En el caso de mercancías retiradas por los servicios de control e inspección en instalaciones fronterizas, se considerará productor de residuos al representante de la mercancía, o al importador o exportador de la mercancía.

Poseedor de residuos: productor de residuos u otra persona física o jurídica que los posea.

Gestor de residuos: La persona o entidad pública o privada que efectúe cualquier operación de gestión de residuos, sea o no productor de los mismos. Deberán ser autorizadas o registradas por el organismo autonómico correspondiente.

Reutilización: utilizar el producto utilizado para el mismo fin para el que fue diseñado inicialmente.

Reciclaje: transformación de residuos para su finalidad inicial o para otros fines, incluyendo el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.

Valorización: todo procedimiento que permita aprovechar los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

Eliminación: todo procedimiento encaminado a la eliminación o destrucción total o parcial de los residuos, sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

7.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS

7.2.1 PREVENCIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE MATERIALES

Para la adquisición de materiales se ajustará la cantidad a las mediciones reales de la obra y se ajustarán lo más posible para evitar la aparición de excedentes de materiales al final de la obra.

Se exigirá a las empresas suministradoras que reduzcan al máximo el número y volumen de embalajes, dando prioridad a los que minimicen los embalajes.

Se priorizará la compra de materiales reciclables en lugar de materiales de las mismas prestaciones pero difíciles o imposibles de reciclar.

Se dispondrá de un inventario de los productos sobrantes para poder ser utilizados en otras obras.

Se elaborará un plan de entrega de materiales en el que se especificará la cantidad de cada material, la fecha de llegada a la obra, el lugar y la forma en que se han almacenado en la obra, la gestión de excedentes y, en su caso, la gestión de residuos.

Se priorizará la compra de productos a granel para limitar la presencia de residuos de envases en la obra.

Los recipientes o soportes de materiales reutilizables, tales como palets, no se dejarán deteriorar y se devolverán al proveedor.

En los contratos de suministro se incluirá una cláusula de penalización para aquellos proveedores que generen más residuos de los previstos por causas atribuibles a la mala gestión de la obra.

7.2.2 PREVENCIÓN EN LA PUESTA EN OBRA

Se optimizará el uso de materiales de obra, evitando sobreponer en dosificación o derrochar material, especialmente los que generan más residuos.

Los materiales prefabricados generalmente optimizan especialmente el uso de materiales y la generación de residuos, por lo que se fomentará su utilización.

En la puesta en obra de los materiales se procurará la realización de los elementos del módulo de tamaño de las piezas que lo componen, evitando el desperdicio de material.

Los envases que contengan productos se vaciarán por completo antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

En la medida de lo posible, los productos se fabricarán en el propio taller, por encima de los que se realizan habitualmente en la propia obra, ya que estos últimos generan más residuos.

Se priorizará la utilización de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de características similares que no puedan ser reutilizados.

Se agotará la vida útil de los medios auxiliares y se fomentará su reutilización en el mayor número posible de obras. Para ello se extremarán las medidas de mantenimiento.

Todo el personal de la obra tendrá unos conocimientos mínimos sobre prevención de residuos y buena gestión de los mismos.

En los contratos con las subcontratas se incluirá una cláusula de penalización para contrarrestar la generación de residuos superior a la prevista como consecuencia de la mala gestión.

7.2.3 PREVENCIÓN EN EL ALMACENAMIENTO EN OBRA

Se elaborará un plan de inspección periódica de los materiales, productos y residuos almacenados o almacenados para garantizar su correcto estado.

7.2.4 CANTIDAD DE RESIDUOS

A continuación se presenta una estimación de las cantidades de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, expresada en toneladas y metros cúbicos, codificada según la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

De acuerdo con lo señalado en el Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, no tienen la consideración de residuos y, por tanto, no se incluyen en la tabla los terrenos y piedras no contaminados por sustancias

peligrosas reutilizadas en la misma obra, en otra obra o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre que se acredite fehacientemente su utilización para su reutilización.

Debe tenerse en cuenta que la estimación contenida en la tabla siguiente se acepta como estimación inicial y para la toma de decisiones en la gestión de los residuos, si bien se cuantificarían los residuos obtenidos al final de la obra.

Código LER	Tipo de residuo	T.	M3
150110	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	0,0000	0,0000
150111	Aerosoles vacíos	0,0000	0,0000
150202	Absorbentes, materiales de filtración, incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría], trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.	0,0000	0,0000
80111	Sobrantes de pintura o barnices	0,0000	0,0000
170107	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	0,0000	0,0000
170201	Madera.	0,0000	0,0000
170202	Vidrio	0,0001	0,0010
170203	Plástico.	0,0050	0,0008
170405	Hierro y acero.	0,0010	0,0000
200101	Papel y cartón.	0,0050	0,0004
200301	Mezcla de residuos municipales	0,0000	0,0000
	TOTALES	0,0111	0,0021

7.2.5 Reutilización

No se considerarán residuos reutilizables en la propia obra.

7.2.6 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Según el Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, los residuos de construcción y demolición deben separarse en las fracciones siguientes siempre que, para cada una de ellas, la cantidad de generación prevista para la obra completa supere:

Descripción	Cantidad
Hormigón	80 t.
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 t.
Metal	2 t.
Madera	1 t.
Vidrio	1 t.
Plástico	0,5 t.
Papel y cartón	0,5 t.

De esta forma, los residuos generados se separarán de la siguiente manera:

Código LER	Tipo de residuo
150110	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas. Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento
150111	Aerosoles vacíos Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento
150202	Absorbentes, materiales de filtración, incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría], trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas. Destino: Envío a Gestor para Tratamiento
80111	Sobrantes de pintura o barnices Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento
170107	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06. Destino: Valorización Externa
170201	Madera. Destino: Valorización Externa
170202	Vidrio Destino: Valorización Externa
170203	Plástico. Destino: Valorización Externa
170405	Hierro y acero. Destino: Valorización Externa
200101	Papel y cartón. Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento
200301	Mezcla de residuos municipales Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento

Medidas de separación en obra

Para mejorar la gestión de los residuos generados en la obra, facilitar su reutilización, reciclado o valorización y asegurar las condiciones de higiene y seguridad exigidas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se adoptarán las siguientes medidas:

Las zonas de obra para la recogida de los residuos estarán debidamente señalizadas y para cada fracción se colocará un cartel en el que se indicará el tipo de residuo que recoge.

Los residuos peligrosos, en su caso, se depositarán sobre cubetas de retención adecuadas a su volumen y protegidas de la lluvia.

Todos los productos envasados que tengan la consideración de residuos peligrosos deberán estar debidamente identificados con el nombre del residuo, el código LER, el nombre y la dirección del productor y el pictograma normalizado de peligro.

Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos deben estar adecuadamente separadas de los residuos no peligrosos, evitando así la contaminación de dichos residuos.

Los residuos se depositarán en el “Garbigune” a medida que se vayan generando.

Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados en cantidad y volumen. En cualquier caso, los contenedores no deberán sobrepasar el límite de lo que puedan albergar.

Los contenedores próximos a los lugares de acceso público se protegerán fuera del horario de obra, con toldos o similares, para evitar vertidos incontrolados por terceros que pueden provocar confusión o contaminación.

En el caso de que la separación de residuos no sea técnicamente viable por falta de espacio, se podrá encomendar a un gestor de residuos en una instalación de residuos de construcción y demolición fuera de obra.

7.2.7 INVENTARIO DE RESIDUOS PELIGROSOS

A continuación se adjunta el inventario de los residuos peligrosos que se generarán en la obra.

Estos residuos se recogerán selectivamente de forma que no se mezclen entre sí o con otros residuos no peligrosos y se garantizará el envío de los residuos peligrosos a los gestores autorizados.

Código LER	Tipo de residuo	T.	M3
150110	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas. Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento	0,050	0,025
150111	Aerosoles vacíos Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento	0,010	0,005
150202	Absorbentes, materiales de filtración, incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría], trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas. Destino: Envío a Gestor para Tratamiento	0,010	0,005
80111	Sobrantes de pintura o barnices Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento	0,000	0,000
170107	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06. Destino: Valorización Externa	0,050	0,025
170201	Madera. Destino: Valorización Externa	0,010	0,005
170202	Vidrio Destino: Valorización Externa	0,000	0,000
170203	Plástico. Destino: Valorización Externa	0,050	0,025
170405	Hierro y acero. Destino: Valorización Externa	0,050	0,025
200101	Papel y cartón. Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento	0,050	0,025
200301	Mezcla de residuos municipales Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento	0,000	0,000
	TOTALES	0,280	0,140

7.2.8 DESTINO FINAL

A continuación se determina el destino final de todos los residuos de la obra, excluyendo los reutilizados, agrupados por fracciones que se generarán según los criterios de separación diseñados en los puntos anteriores de este documento.

Los objetivos finales principales son el vertido, valorización, reciclaje o envío a gestor autorizado.

7.3 PRESCRIPCIONES DEL DOCUMENTO DE RESIDUOS

7.3.1 OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES

Además de las obligaciones previstas en la normativa de aplicación, la persona física o jurídica que ejecute la obra deberá presentar al propietario de la obra un plan sobre el modo en que realizará sus obligaciones en relación con los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra. Una vez aprobado por la dirección facultativa y aprobado por el propietario, el plan se incorporará a los documentos contractuales de la obra.

Cuando el poseedor de los residuos de construcción y demolición no tenga que gestionarlos por sí mismo y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, deberá entregar los residuos a un gestor de residuos o participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para la gestión de los residuos. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden a su reutilización, reciclado u otras formas de valorización y, en definitiva, a su depósito en vertedero.

El Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, establece que los costes de gestión de los mismos correrán a cargo del poseedor de los residuos.

El productor de los residuos (promotor) deberá obtener del tenedor (contratista) la documentación que demuestre que los residuos de construcción y demolición generados en la obra han sido gestionados en la propia obra o trasladados a una instalación de valorización o eliminación para su tratamiento por un gestor de residuos autorizado, de acuerdo con lo regulado en la normativa y, en particular, en el plan o sus modificaciones. Esta documentación se conservará durante cinco años.

En el contrato con contratistas, subcontratistas y autónomos se incluirán criterios ambientales y se especificarán las responsabilidades en caso de incumplimiento.

7.3.2 GESTIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo con lo exigido por la normativa, queda prohibido el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a tratamiento previo.

El poseedor de los residuos deberá mantenerlos, mientras se encuentren en su poder, en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, evitando la mezcla de las fracciones seleccionadas que impidan o dificulten su posterior valorización o eliminación.

En la contratación de la gestión de residuos se deberá asegurar que el destino final o intermedio son los centros que cuentan con la autorización autonómica del organismo competente en la materia. Solo deben contratarse transportistas o gestores autorizados por dichas entidades e inscritos en los registros correspondientes.

Posteriormente, los terrenos susceptibles de ser utilizados para jardinería o recuperación de suelos degradados se retirarán y almacenarán en el menor tiempo posible, a una altura máxima de 2 metros.

Los residuos se depositarán temporalmente en contenedores adecuados a la naturaleza y peligrosidad de los residuos generados.

El programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos incluirá reuniones periódicas con contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En ellos se evaluará el grado de cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del plan y la documentación generada para su justificación.

En la contratación de la gestión de los RCD se debe asegurar que el objetivo final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, centro de reciclaje de plásticos/madera...) son centros autorizados. Asimismo, únicamente deberán contratarse transportistas o gestores autorizados inscritos en los registros correspondientes. Se llevará a cabo un control estricto de los documentos, por lo que los transportistas y gestores de RCD deberán entregar los billetes por retiro y entrega en el destino final.

7.3.3 DIFERENCIACIÓN

Los residuos valorizables para su depósito temporal en contenedores o acopios deberán estar debidamente señalizados y separados del resto de residuos.

Los contenedores o recipientes que contengan residuos peligrosos, pintados en color, deberán estar señalizados de acuerdo con la legislación sobre residuos tóxicos y peligrosos.

El responsable de la obra a la que preste servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra. Asimismo, deberá evitar la mezcla de residuos valorizables con otros que no lo sean.

El poseedor de residuos establecerá los recursos humanos, técnicos y procedimientos de separación que se utilizarán para cada tipo de residuo generado.

Los residuos generados en las operaciones de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de residuos sólidos urbanos y serán gestionados de la forma establecida en la normativa reguladora de dichos residuos en el emplazamiento de la obra.

7.3.4 DOCUMENTACION

Cuando el poseedor entregue a un gestor los residuos de construcción y demolición, dicha entrega deberá constar en un documento fehaciente que contenga, al menos, la identificación del poseedor y del productor; la obra original y, en su caso, el número de licencia de la obra; la cantidad expresada en toneladas o metros cúbicos, o, preferentemente, en ambas unidades; el tipo de residuo entregado, codificado de acuerdo con la lista europea de trabajos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero; y la identificación del gestor de destino.

El poseedor de los residuos deberá entregar al productor los certificados y demás justificantes de la gestión de los residuos a los que se refiere el Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El poseedor de los residuos dispondrá de los documentos de aceptación de los mismos, elaborados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.

El gestor de residuos entregará al poseedor un certificado que acredite la gestión de los residuos recibidos, especificando la identificación del poseedor y del productor; la obra original y, en su caso, el número de licencia de obra; la cantidad expresada en toneladas o metros cúbicos, o preferiblemente en ambas unidades; y los tipos de residuos entregados, codificados según la lista europea de residuos publicada mediante la Orden MAM/304/2002.

Cuando el gestor que reciba del tenedor los residuos de construcción y demolición se limite a su recogida, almacenamiento, transferencia o transporte deberá figurar en el albarán el gestor posterior para la valorización o eliminación de los residuos.

La normativa establece que la notificación al órgano competente en materia de medio ambiente de la comunidad autónoma deberá ser remitida con una antelación mínima de diez días al traslado de los residuos peligrosos. Si el traslado de residuos afecta a más de una provincia, se comunicará al Ministerio de Medio Ambiente.

Para el traslado de los residuos peligrosos se cumplimentará el documento de control y seguimiento. Este documento se encuentra en el órgano competente en materia de medio ambiente de la comunidad autónoma.

El poseedor de los residuos entregará al productor una acreditación fehaciente y documental para que quede constancia del destino final de los residuos reutilizados. Para ello se emitirá un certificado con la documentación gráfica.

7.3.5 NORMATIVA

real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

real Decreto 952/1997, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado por el Real Decreto 833/1998.

ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

rEAL DECRETO 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

rEAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Normativa autonómica de aplicación en función de la ubicación geográfica de la obra.

7.4 MODELO DE IMPRESOS

7.4.1 ACTA DE APROBACION

Acta de Aprobación del Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición por la Dirección Facultativa y Aceptación por la propiedad

Proyecto:

Dirección de la obra:

Localidad:

Provincia:

Redactor/a Estudio de Gestión:

Presupuesto Ejecución Material:

Presupuesto Gestión Residuos:

Promotor/a:

Director/a de Obra:

Director/a de Ejecución Material de la Obra:

Contratista redactor/a del Plan:

Fecha prevista de comienzo de la obra:

En cumplimiento de lo estipulado en el RD 105/2008, de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, es requisito necesario aprobar por parte de la Dirección Facultativa y sus representantes el Director de Obra y el Director de Ejecución Material de la Obra y aceptar por parte de la Propiedad el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición presentado por el Contratista para la obra reseñada en el inicio del acta.

Una vez analizado el contenido del mencionado Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, se hace constar la conformidad con el mismo considerando que reúne las condiciones técnicas requeridas por el R.D.105/2008 para su aprobación.

Dicho Plan pasa a formar parte de los documentos contractuales de la obra junto a la documentación acreditativa de la correcta gestión de los residuos, facilitadas a la Dirección Facultativa y a la Propiedad por el Poseedor y el Gestor de Residuos.

En consecuencia, la Dirección Facultativa, que suscribe, procede a la aprobación formal y el Promotor, que suscribe, procede a la aceptación formal, del reseñado Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, quedando enterado el Contratista.

Se advierte que, cualquier modificación que se pretenda introducir al Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, aprobado, en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos o de las incidencias y modificaciones que pudieran surgir durante su ejecución, requerirá de la aprobación de la Dirección Facultativa y la aceptación por la propiedad, para su efectiva aplicación.

El Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, objeto de la presente Acta habrá de estar en la obra, en poder del Contratista o persona que le represente, a disposición permanente de la Dirección Facultativa, además de a la del personal y servicios de los Órganos Técnicos en esta materia de la Comunidad Autónoma.

Firmado en _____, a _____

Representante promotor/a | Director/a de obra | Dirección ejecutante | Contratista

7.4.2 LISTADO DE SALIDAS DE ESCOMBROS

Modelo de control de salida de escombros					
Obra					
Productor de residuos					
Poseedor de residuos					
Día		Residuo		LER	
Albarán		Cantidad			
Transportista			Gerente		

7.4.3 ALBARÁN DE RECOGIDA DE RESIDUOS NO PELIGROSOS

Albarán de recogida de residuos no peligrosos			
IDENTIFICACION DEL PRODUCTOR			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			

IDENTIFICACION DEL GESTOR			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Nº de Gestor Autorizado:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			

IDENTIFICACION DEL TRANSPORTE			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Nº de Gestor Autorizado:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			

IDENTIFICACION DEL RESIDUO	
Denominación descriptiva:	
Descripción L.E.R.:	
Código L.E.R.:	

CANTIDAD A GESTIONAR (Peso y Volumen):	
TIPO DE ENVASE:	
FECHA:	

Fdo. (Responsable de residuos de la empresa productora)

7.4.4 NOTIFICACIÓN TRASLADO RESIDUOS PELIGROSOS

artículo 41.c del Real Decreto 833/88, Real Decreto 952/97 y Orden MAM/304/2002

1.- Datos del PRODUCTOR	Comunidad Autónoma:					
Razón Social				**N.I.F.:**		
Dirección:				**Nº Productor**		
Municipio		**Provincia**			**Código Postal**	
Teléfono:	**Fax:**		**E-mail:**			
Persona de contacto:						
2.- Datos del DESTINATARIO	Comunidad Autónoma:					
Razón Social **Dirección del domicilio social:**	**N.I.F.**		**Nº Gestor Autorizado**			
Municipio		**Provincia**			**Código Postal**	
Teléfono:	**Fax:**		**E-mail:**			
Persona de contacto:						
3.- Datos del TRANSPORTISTA	Comunidad Autónoma:					
Razón Social	**N.I.F.**		**Matrícula Vehículo**			
Dirección del domicilio social:						
Municipio		**Provincia**			**Código Postal**	
Teléfono:	**Fax:**		**E-mail:**			
Persona de contacto:						
4.- Identificación del RESIDUO						
4.1. Código LER						
Descripción habitual:						
4.2.- Código del Residuo (según tablas Anexo 1 R.D. 952/97)						
Tabla 1 Q	Tabla 2 D R	Tabla 3 L	Tabla 4 C C	Tabla 5 H H	Tabla 6 A	Tabla 7 B
4.3.- Gestión final a realizar (orden MAM 304/2002):				Cant. Total anual (kg):		
4.4.- En caso de Traslado Transfronterizo:						
NºDoc. Notificación:						
Nº de orden del envío:						
4.5.Medio Transporte:						
4.6. Itinerario:						
4.7.- CC.AA. de Tránsito:						
4.8.- Fecha de notificación:		**4.9.- Fecha envío:**				

7.4.5 ACEPTACIÓN DEL RESIDUO PELIGROSO

IDENTIFICACION DEL PRODUCTOR			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			

IDENTIFICACION DEL GESTOR			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Nº de Gestor Autorizado:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			

IDENTIFICACION DEL RESIDUO	
Denominación descriptiva:	
Descripción L.E.R.:	
Código L.E.R.:	
Composición química:	

Propiedades Físico-químicas:	

CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO	
Razón por la que el residuo debe ser gestionado	Q
Operación de gestión	D/R
Tipo genérico del residuo peligroso	L/P/S/G
Constituyentes que dan al residuo su carácter peligroso	C
Características de peligrosidad	H
Actividad generadora del residuo peligroso	A
Proceso generador del residuo peligroso	B

CANTIDAD A GESTIONAR (Peso y Volumen):	
TIPO DE ENVASE:	
FECHA:	

Fdo. (Responsable de residuos de la empresa productora)

7.4.6 PICTOGRAMAS DE PELIGRO

	**E** **Explosivo**	**Clasificación.** Las sustancias y preparados que reaccionan exotérmicamente incluso sin presencia de oxígeno y explotan según las condiciones de ensayo establecidas pueden explosionar si se calientan parcialmente. **Medida.** Evitar el choque, el golpeo, la fricción, la formación de chispas, el fuego y el efecto del calor.
	**F** **Muy inflamable**	**Clasificación.** líquidos con un punto de inflamación inferior a 21 °C pero NO muy inflamables. Sustancias sólidas y preparados que pueden inflamarse fácilmente debido a la acción corta de una fuente de inflamación y que pueden seguir quemándose o estar incandescentes. **Medida.** Mantenerlos alejados de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor.
	**F+** **Extremadamente inflamable**	**Clasificación.** líquidos con un punto de inflamación inferior a 0 °C y un punto de ebullición máximo de 35 °C. Gases y mezclas gaseosas, inflamables en el aire a presión normal y temperatura normal. **Medida.** Mantenerlos alejados de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor.
	**C** **Corrosivo**	**Clasificación.** Destrucción del espesor total del tejido cutáneo en piel sana e intacta. **Medida.** Evitar el contacto con los ojos, la piel y las prendas mediante medidas de protección específicas. NO inhalar vapores. En caso de accidente o malestar, consulte a su médico inmediatamente!
	**T** **Tóxico**	**Clasificación.** La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea en pequeña cantidad puede provocar importantes efectos nocivos para la salud e incluso la muerte. **Medida.** Evitar el contacto con el cuerpo humano. En caso de malestar, consultar inmediatamente a su médico. ¡Si se manipulan estas sustancias, deben establecerse procedimientos especiales!

	**T+** **Muy tóxico**	**Clasificación.** La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea en MUY pequeña cantidad puede provocar importantes perjuicios para la salud e incluso la muerte. **Medida.** Evitar el contacto con el cuerpo humano. En caso de malestar, consultar inmediatamente a su médico
	**O** **Comburente**	**Clasificación: (Peróxidos orgánicos)**. Sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, especialmente con sustancias inflamables, provocan una reacción muy exotérmica. **Medida.** Evitar el contacto con sustancias combustibles. **Riesgo de incendio.** Pueden favorecer los incendios iniciados y dificultar la extinción del fuego.
	**Xn** **Nocivo**	**Clasificación.** La inhalación, ingestión o absorción cutánea puede ocasionar daños graves o crónicos a la salud. Riesgos reproductivos, riesgo de sensibilización por inhalación, con clasificación R42. **Medida.** Evitar el contacto con el cuerpo humano.
	**Xi** **Irritante**	**Clasificación.** Sin ser corrosivos, pueden producir inflamaciones si hay contacto corto, largo o repetido con la piel o las mucosas. Riesgo de sensibilización en contacto con la piel. Clasificación R43. **Medida.** Evitar el contacto con los ojos y la piel; no respirar vapores.
	**N** **Riesgo para el medio ambiente**	**Clasificación.** Su liberación dentro y fuera del agua puede dañar al ecosistema inmediatamente o después, debido a un cambio en el equilibrio natural. Algunas sustancias o sus productos de transformación pueden cambiar varios compartimentos al mismo tiempo. **Medida.** En función del potencial de riesgo, no permitir que se logre la canalización, ¡en el suelo o en el medio ambiente! Ejecución de órdenes de eliminación de residuos especiales.

7.4.7 ETIQUETADO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS

Nombre del Residuo:	
Código de Identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 **L E R :**	 F FÁCILMENTE INFLAMABLE
Datos del titular del residuo **Nombre:** **Dirección:** **C.I.F.:** **Teléfono:**	
Fecha de envasado:	

7.4.8 CARTELES



depositar exclusivamente

RESIDUOS de
HORMIGÓN

Bilbao, 23 de abril de 2025
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado n.º 9264 del Colegio de Bilbao



D. Koldo García Madariaga

8 DOCUMENTO: ESTIMACIÓN DE EMISIONES

8.1 ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN Y AUTOCONSUMO DE LA INSTALACIÓN SOLAR

Según el apartado 2.1. del documento CÁLCULOS del proyecto presentado (ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO), la energía total anual generada será:

E_{Sor} = 139.262,47 kwh/año

De acuerdo con las realizadas en base a la agregación de curvas de carga horaria en los cálculos de los puntos de suministro asociados a esta instalación de autoconsumo, la energía total autoconsumida anual por los consumidores es:

$E_{Autoconsumido}$ = 102.855,55 kWh/año

Se autoconsumirá el 73,86% de la energía generada.

8.2 EMISIONES DE GEI[7] EVITADAS

El objeto del presente documento es realizar una estimación de las emisiones evitadas de CO_2 anuales que realizará la instalación propuesta, basándose en el ahorro anual estimado de energía final que se obtendrá de la instalación.

Estos ahorros de energía final se han calculado según los parámetros indicados en la guía facilitada por la entidad CNMC.

8.3 AHORRO EN ENERGÍA ELÉCTRICA FINAL

El ahorro de energía en la energía eléctrica final se ha calculado teniendo en cuenta su impacto en la reducción del consumo de electricidad tras el inicio de las actividades previstas.

Se expresa en toneladas equivalentes de petróleo (tep) para un año.

Por tanto, el ahorro energético anual en el consumo eléctrico de la nueva instalación será el siguiente:

Ahorro energético final = 102.855,55 kWh/año x 0,86 * 10-4 tep**/kWh**

Ahorro energético final = 8,84 tep/año

8.4 CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE CO_2 EVITADAS

Expresada en toneladas anuales de CO2, la línea de actuación representa las emisiones anuales de CO2 evitadas en un año.

Se calculará multiplicando el valor de los ahorros energéticos finales por el factor de paso de las emisiones para cada fuente de energía obtenida de acuerdo con los pasos anteriores. Factor utilizado en el siguiente estudio:

Según la CNMC, factor de emisión 0,121 kgCO_2/kWh En el caso de la electricidad, éste es el factor de transición del consumo de energía final (kWh) a emisiones (CO_2 en kg).

Factor de paso de electricidad = 0,121 kg CO_2 / kWh final e.

[7] GEI – Gases de efecto invernadero en función del cambio climático global
https://cambioclimaticoglobal.com/gasesinv

Emisiones evitadas en CO_2 toneladas = 102.855,55 * 0,1709 kg CO_2/kWh

Emisiones evitadas en CO_2 toneladas = 12,744 t CO_2

La siguiente tabla muestra los valores de GEIs evitados gracias a la generación renovable de energía suministrada por la instalación solar fotovoltaica de 100 kW para autoconsumo en la escuela pública Elortza en Urduliz:

Saihestutako gas kutsatzaileen emisioak			Baliokidea:
CO_2	SO_2	N_2O	urteko CO_2 xurgatua
12.445,52	**31,10**	**35,21**	**1382**
kg/urte	kg/urte	kg/urte	zuhaitz

Tabla 13: Estimación de emisiones evitadas

El impacto de nuestras decisiones deja huella.

Bilbao, 23 de abril de 2025
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado n.º 9264 del Colegio de Bilbao



D. Koldo García Madariaga

9 DOCUMENTO: CONCLUSIÓN

9.1 CONCLUSIÓN

En consecuencia, y por encargo de la Propiedad y del Promotor y a los efectos oportunos, en la confianza de que he descrito y resumido debidamente las obras necesarias para la ejecución del presente proyecto de ejecución, suscribo el presente proyecto.

Bizkaia, 23 de abril de 2025
Ingeniero Técnico Industrial, miembro 9.264 del Colegio de Graduados e Ingenieros Técnicos en Ingeniería Industrial



D. Koldo García Madariaga

10 ANEXOS

Harvest the Sunshine

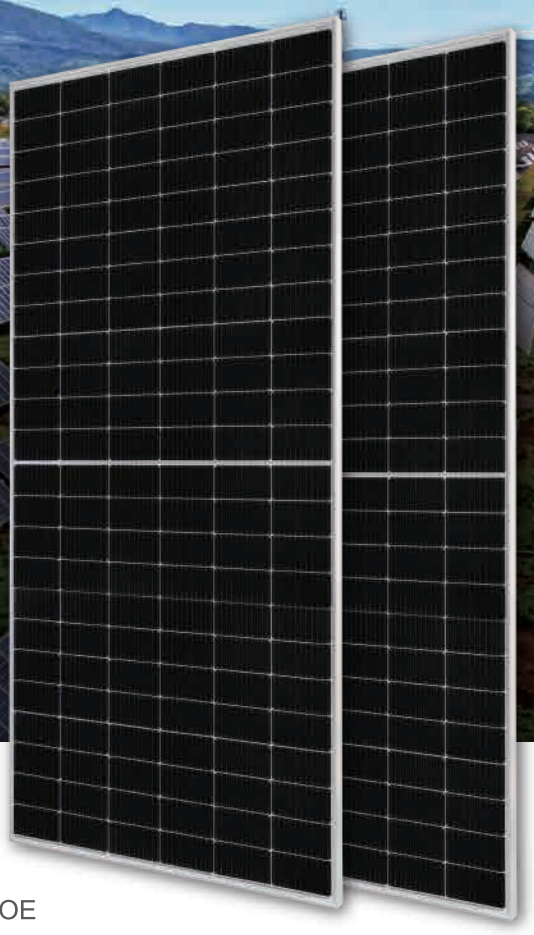
DEEP BLUE 3.0

Mono

555W MBB Half-cell Module
JAM72S30 530-555/MR Series

Introduction

Assembled with 11BB PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.

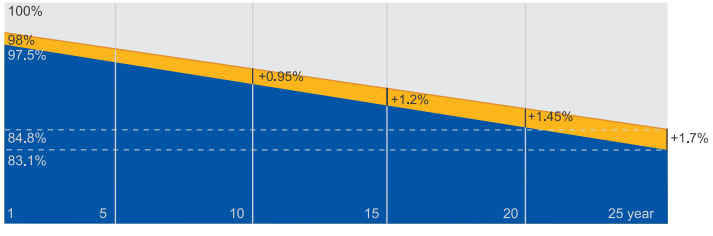


- Higher output power
- Lower LCOE
- Less shading and lower resistive loss
- Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



New linear power warranty Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730,UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval

JA SOLAR

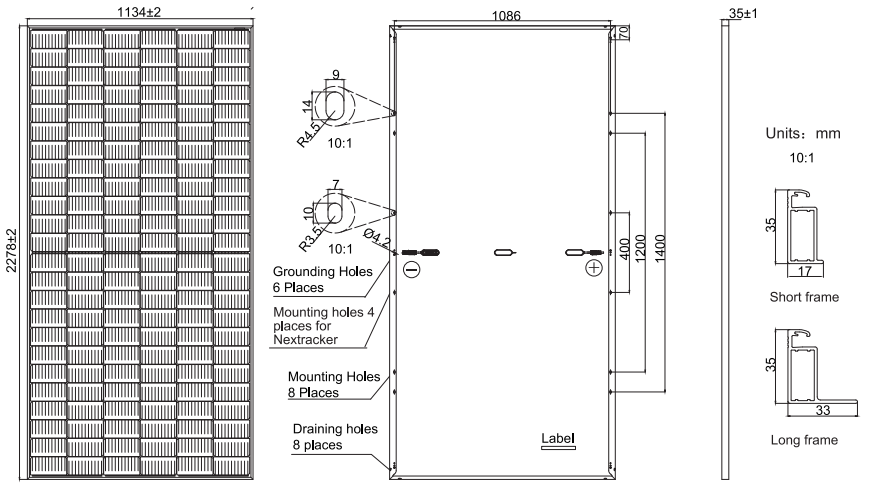
www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.

JA SOLAR

JAM72S30 530-555/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	28.1kg±3%
Dimensions	2278±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm²（IEC），12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet 620pcs/40HQ Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR	JAM72S30 -555/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	530	535	540	545	550	555
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90	50.02
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96	42.11
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00	14.07
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11	13.18
Module Efficiency [%]	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α_Isc)	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β_Voc)	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp)	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

TYPE	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR	JAM72S30 -555/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	401	405	408	412	416	420
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68	46.85
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43	39.66
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17	11.21
Max Power Current(Imp) [A]	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55	10.59
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G					

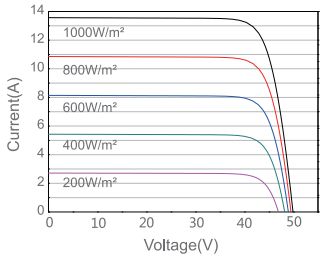
*For NexTracker installations, Maximum Static Load, Front is 2000Pa while Maximum Static Load, Back is 2000Pa.

OPERATING CONDITIONS

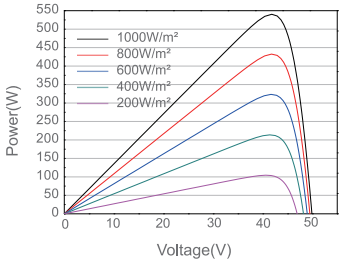
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40℃~+85℃
Maximum Series Fuse Rating	25A
Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112lb/ft²) 2400Pa(50lb/ft²)
NOCT	45±2℃
Safety Class	Class Ⅱ
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

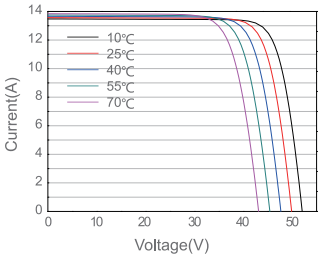
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



SUN2000-100KTL-M2

Smart PV Controller



10
MPP Trackers

98.8% (@480V)
Max. Efficiency

String-level
Management

Smart I-V Curve Diagnosis
Supported

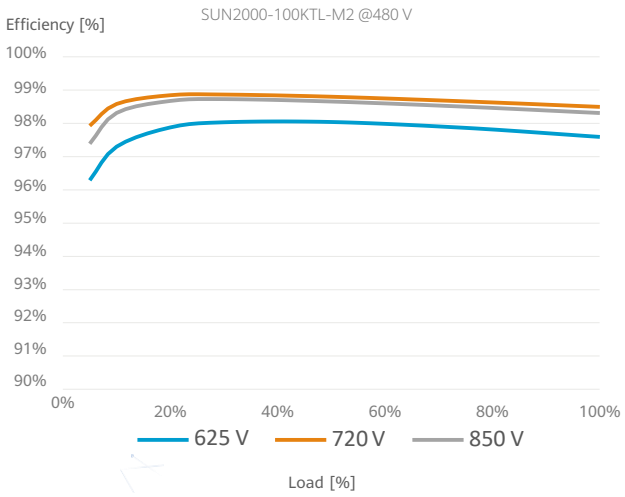
MBUS
Supported

Support AFCI &
Smart String Level
Disconnector

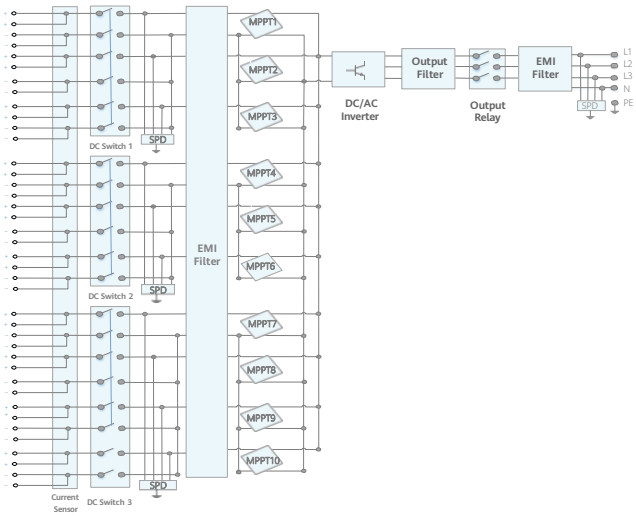
Surge Arresters for
DC & AC

IP66
Protection

Efficiency Curve



Circuit Diagram



Technical Specification

Technical Specification	SUN2000-100KTL-M2
Efficiency	
Max. efficiency	98.6% @ 400 V, 98.8% @ 480 V
European efficiency	98.4% @ 400 V, 98.6% @ 480 V
Input	
Max. Input Voltage [1]	1,100 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Current per Input	20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range [2]	200 V ~ 1,000 V
Nominal Input Voltage	600 V @ 400 Vac, 720 V @ 480 Vac
Number of MPP trackers	10
Max. input number per MPP tracker	2
Output	
Nominal AC Active Power	100,000 W
Max. AC Apparent Power	110,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	110,000 W
Nominal Output Voltage	400 V/ 480 V, 3W+(N)+PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A @ 400 V, 120.3 A @ 480 V
Max. Output Current	160.4 A @ 400 V, 133.7 A @ 480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 leading... 0.8 lagging
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Arc Fault Protection	Yes
Smart String Level Disconnector	Yes
Communication	
Display	LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485	Yes
USB	Yes
Smart Dongle-4G	4G / 3G / 2G via Smart Dongle – 4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (isolation transformer required)
General Data	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Weight (with mounting plate)	93 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol HH4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	< 3.5 W
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

*1 The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
*2 Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

KC-PSA

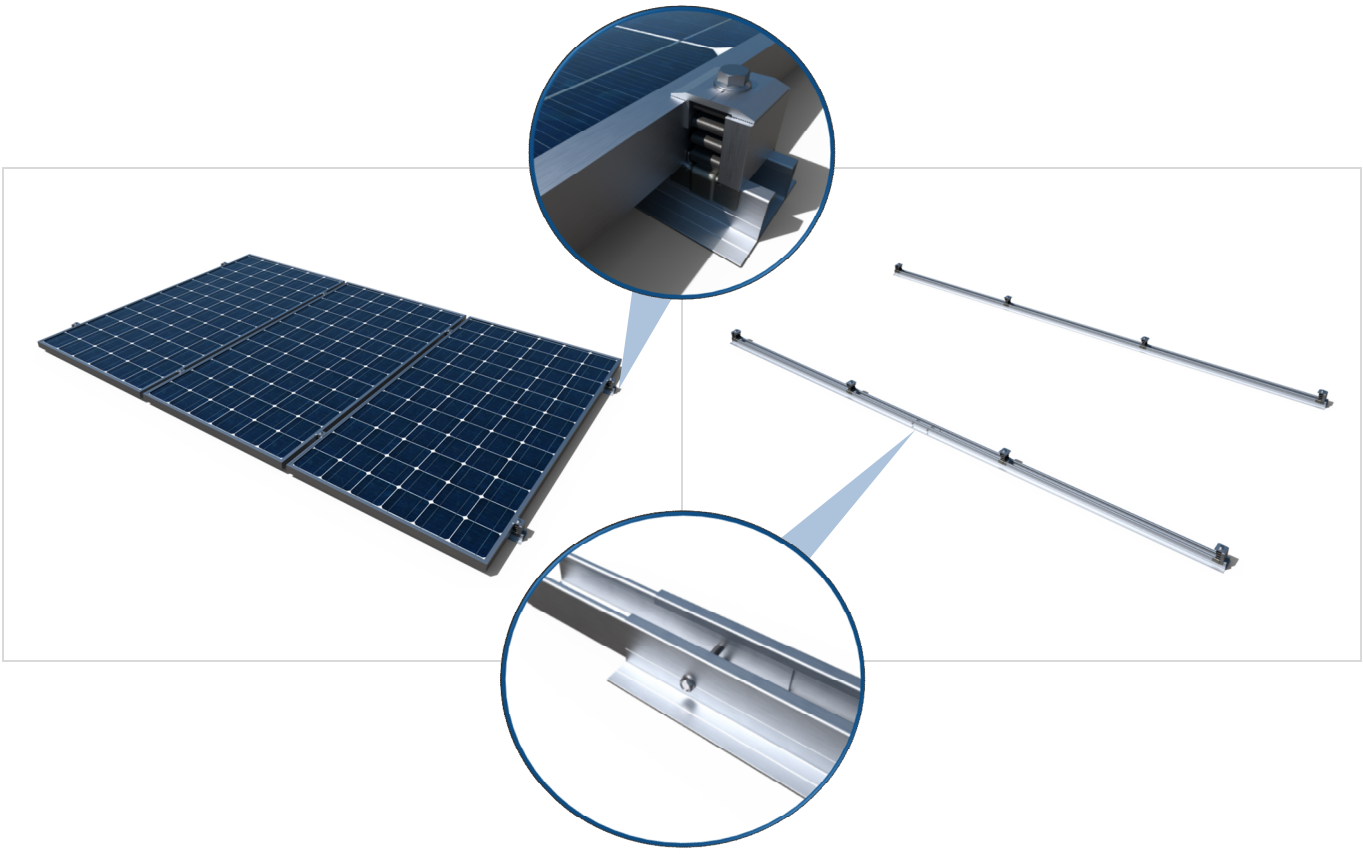


DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa

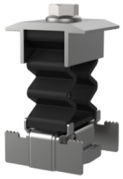
CARACTERÍSTICAS

- Kit de montaje que reúne los componentes necesarios para la instalación de un número determinado de placas solares.
- Instalación según sistema de montaje coplanar **SC-PSA.**
- Incluye grapas de fijación rápida para placas ref. **KFRSC3050.**
- Incluye galgas marco **GM-A,** disponibles en altura 30, 35 o 40mm.
- Incluye estructura en perfil de aluminio **PSA-A** en formato de perfil continuo.
- Incluye unión para perfiles ref. **PSAUN200,** con tornillería de instalación **DIN-7504-K A2**.



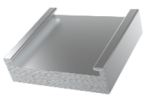
COMPONENTES

Grapa fijación rápida



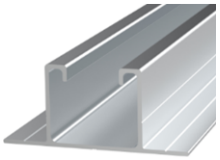
KFR-SC

Galga de aluminio para marco



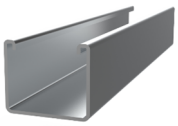
GM-A

Perfil de aluminio con alas



PSA-A

Unión de perfil PSA-A



PSA-UN

Tornillo DIN-7504-K A2



ABE-I

APLICACIONES

- Montaje de placas solares en disposición paralela a la superficie de cubierta, sobre cubiertas inclinadas.
- Instalación en cubiertas metálicas, sobre la zona elevada de las grecas, para cualquier paso de greca.
- Para placas con marco de 30, 35 o 40 mm de altura
- Para tamaño de placa de hasta 1150 mm de ancho
- Orientación de montaje de las placas tipo retrato (vertical), con disposición de los perfiles perpendicular a la línea de pendiente.
- Fijación del kit directa sobre la propia cubierta, consultar especificaciones en ficha técnica del sistema de montaje **SC-PSA**.

1.GAMA DE KITS

ITEM	CÓDIGO	FOTO	DESCRIPCIÓN	PLACAS	MARCO	LONG. FILA	MATERIAL		
1	**KCPSA0230**		Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 2 placas	2	30 mm	2500 mm	Aluminio	AISI-304	EPDM
	KCPSA0235			2	35 mm	2500 mm			
	KCPSA0240			2	40 mm	2500 mm			
2	**KCPSA0330**		Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 3 placas	3	30 mm	3625 mm	Aluminio	AISI-304	EPDM
	KCPSA0335			3	35 mm	3625 mm			
	KCPSA0340			3	40 mm	3625 mm			
3	**KCPSA02AM**		Kit coplanar de ampliación con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 2 placas	2	--	2500 mm	Aluminio	AISI-304	EPDM
	KCPSA03AM		Kit coplanar de ampliación con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 3 placas	3	--	3625 mm			

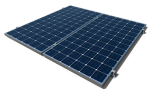
2.DATOS DE INSTALACIÓN

2.1 KCPSA02

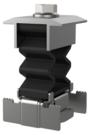
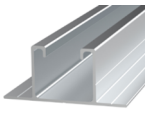
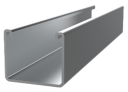
Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 2 placas







2 placas

Referencia	Componentes Kit				
	Grapa fijación rápida 	Galga de aluminio para marco 	Perfil de aluminio con alas 	Unión de perfil PSA-A 	Tornillo DIN-7504-K A2 
KCPSA0230 (H=30mm)	**KFRSC3050** 6 unidades	**GMA030** 4 unidades	**PSAA1250** 4 unidades	**PSAUN200** 2 unidades	**ABEI5519** 8 unidades
KCPSA0235 (H=35mm)	**KFRSC3050** 6 unidades	**GMA035** 4 unidades	**PSAA1250** 4 unidades	**PSAUN200** 2 unidades	**ABEI5519** 8 unidades
KCPSA0240 (H=40mm)	**KFRSC3050** 6 unidades	**GMA040** 4 unidades	**PSAA1250** 4 unidades	**PSAUN200** 2 unidades	**ABEI5519** 8 unidades

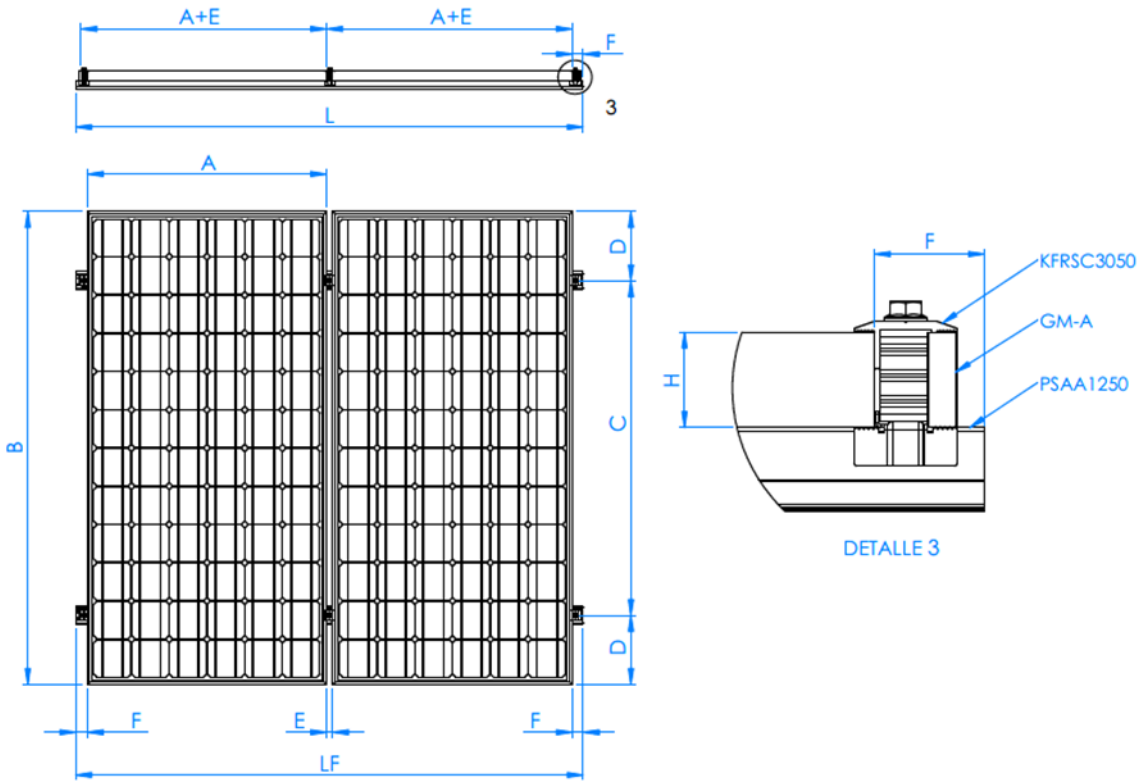
Cubierta / complementos de fijación

Consultar fiha técnica correspondiente al sistema de montaje **SC-PSA.**

Tabla de medidas

Código	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	H (mm)	L (mm)	LF (mm)
KCPSA0230	≤ 1150	≤2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥35	30	2500	2500
KCPSA0235	≤ 1150	≤2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥35	35	2500	2500
KCPSA0240	≤ 1150	≤2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥35	40	2500	2500

Plano

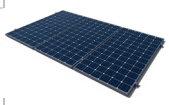


2.2 KCPSA03

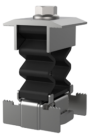
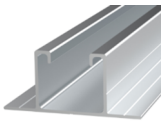
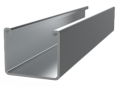
Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 3 placas







3 placas

Referencia	Componentes Kit				
	Grapa fijación rápida 	Galga de aluminio para marco 	Perfil de aluminio con alas 	Unión de perfil PSA-A 	Tornillo DIN-7504-K A2 
KCPSA0330 (H=30mm)	**KFRSC3050** 6 unidades	**GMA030** 4 unidades	**PSAA1875** 4 unidades	**PSAUN200** 4 unidades	**ABEI5519** 16 unidades
KCPSA0335 (H=35mm)	**KFRSC3050** 6 unidades	**GMA035** 4 unidades	**PSAA1875** 4 unidades	**PSAUN200** 4 unidades	**ABEI5519** 16 unidades
KCPSA0340 (H=40mm)	**KFRSC3050** 6 unidades	**GMA040** 4 unidades	**PSAA1875** 4 unidades	**PSAUN200** 4 unidades	**ABEI5519** 16 unidades

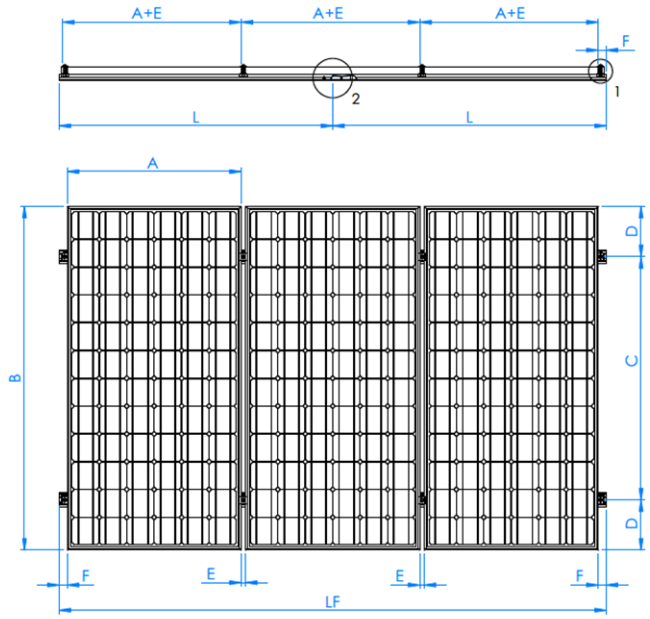
Cubierta / complementos de fijación

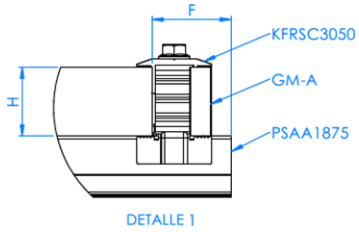
Consultar fiha técnica correspondiente al sistema de montaje **SC-PSA.**

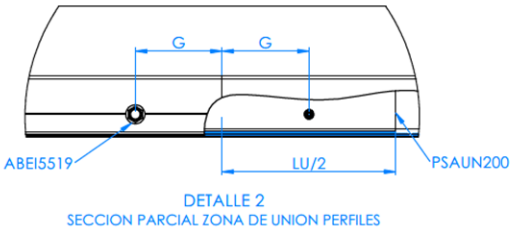
Tabla de medidas

Código	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	L (mm)	LF (mm)	LU/2 (mm)
KCPSA0330	≤ 1150	≤2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥35	50÷70	30	1875	3750	100
KCPSA0335	≤ 1150	≤2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥35	50÷70	35	1875	3750	100
KCPSA0340	≤ 1150	≤2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥35	50÷70	40	1875	3750	100

Plano





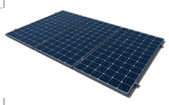


2.3 KCPSA-AM

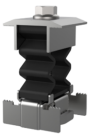
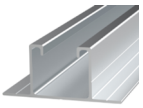
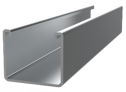
Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 3 placas







3 placas

Referencia	Componentes Kit			
	Grapa fijación rápida 	Perfil de aluminio con alas 	Unión de perfil PSA-A 	Tornillo DIN-7504-K A2 
KCPSA02AM	KFRSC3050 4 unidades	PSAA1250 4 unidades	PSAUN200 4 unidades	ABEI5519 16 unidades
KCPSA03AM	KFRSC3050 4 unidades	PSAA1875 4 unidades	PSAUN200 4 unidades	ABEI5519 16 unidades

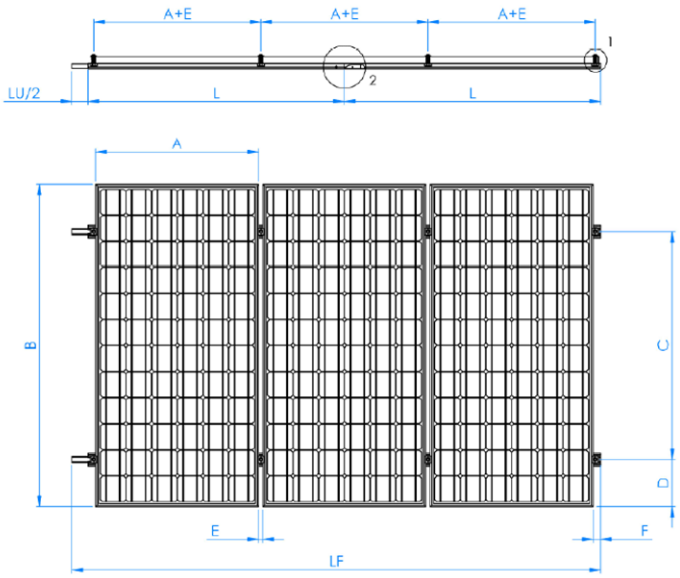
Cubierta / complementos de fijación

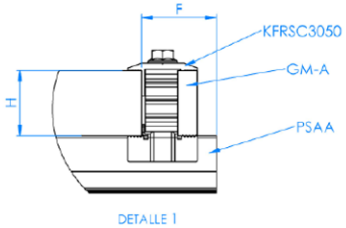
Consultar fiha técnica correspondiente al sistema de montaje **SC-PSA.**

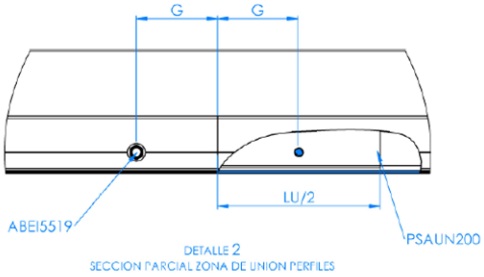
Tabla de medidas

Código	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	L (mm)	LF (mm)	LU/2 (mm)
KCPSA02AM	≤ 1150	≤2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥35	50÷70	30	1250	2600	100
KCPSA03AM	≤ 1150	≤2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥35	50÷70	35	1875	3850	100

Plano



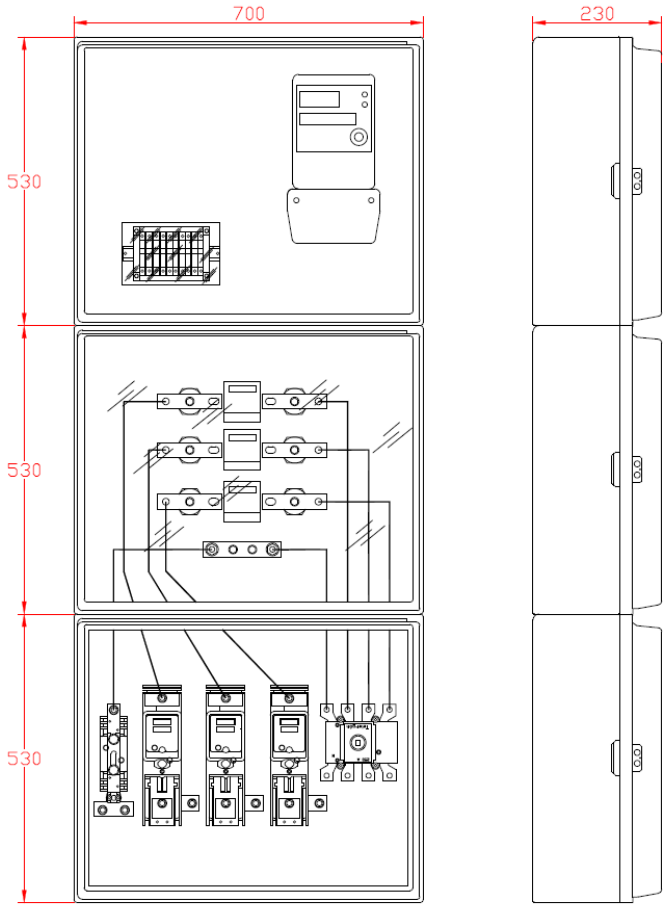




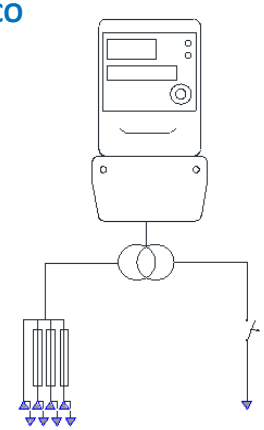
PNZ-CMT-300 E-M-F+I-250 FV+plet. Trafos+conex. Base-trafo-int

CPM FV IBERDROLA - ARMARIO MEDIDA INDIRECTA DESDE 43.5 KW HASTA 100 KW

REFERENCIA PNZ	301874	REFERENCIA CIA
ARTÍCULO	410551IE313029	-



ESQUEMA ELÉCTRICO



DESCRIPCIÓN

Armario de medida individual para suministros de un abonado trifásico desde 43.5 KW hasta 100 KW.

DATOS TÉCNICOS

Montaje según Norma Iberdrola.

- Caja de doble aislamiento de poliéster reforzado con fibra de vidrio.
- Velo protector transparente en el cuerpo de los transformadores.
- Cierres triangulares de tres puntos.
- Placa soporte para el montaje de un contador trifásico electrónico bidireccional transformadores de intensidad, bases portafusibles e interruptor.
- Interruptor corte en carga 4P 250A 400Vac.
- Bases portafusibles tipo BUC tamaño (NHC-1-250 A).
- Borna de comprobación de 10 elementos.
- Bornas de Neutro.
- Transformadores de intensidad no incluidos.
- Cable conductor tipo H07Z-R no propagador de incendios de reducida emisión de humos y exento de halógenos.