INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 80 KW PARA AUTOCONSUMO

AYUNTAMIENTO ALEGRIA DULANTZI (ÁLAVA)

AUTOR DEL PROYECTO:

RAFAEL ZABALA BALENCIAGA
Ingeniero técnico Industrial

JAVIER FERRON MORLAN
Ingeniero Energía Renovables

DEMETRIO LÓPEZ SÁNCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial

ABRIL 2022

Contenido

1. MEMORIA DESCRIPTIVA 4

1.1. OBJETO 4
1.2. CLASIFICACION DE LA INSTALACION según EL BOE 4
1.3. LOCALIZACION 5
1.4. USUARIO TITULAR 7
1.5. NORMATIVA DE APLICACIÓN ACTUAL 7
1.6. CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO 8
1.6.1. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA 8
1.8. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN 17
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS 29

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN SEGÚN R.D. 24/2013 29
2.2 DATOS CLIMATOLOGÍCOS 29
2.3 CONFIGURACION DE SERIES E INVERSORES 30
2.4 SELECCIÓN DE CABLEADOS Y PROTECCIONES CC 33
2.5. SELECCIÓN DE CABLEADO Y PROTECCIONES AC 37
2.6 CANALIZACIONES 50
2.7 RED DE TIERRAS 54
3. PLIEGO DE CONDICIONES 58

4. PRESUPUESTO 68

5. PLANOS 70

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 81

6.1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 81
6.2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO 81
6.3. JUSTIFICACIÓN ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 81
6.4. DATOS GENERALES DE OBRA 83
6.5. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RIEGOS LABORALES 84
6.6. iNSTALACIONES DE SALUBRIDAD 104
6.7. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR 104

6.8. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 105
6.9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 105
6.10. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS 106
6.11. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTóNOMOS 107
6.12. LIBRO DE INCIDENCIAS 107
6.13. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 108
6.14. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES 108
7. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS 109

7.1. INTRODUCCIÓN 109
7.2. NORMATIVA APLICABLE 110
7.3. CONTENIDO DEL DOCUMENTO 112
7.4. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS 112
7.5. RESIDUOS ELÉCTRICOS Y ELECTROMAGNÉTICOS 125
7.6. CONCLUSIONES 125
8. PLAN DE CONTROL Y CALIDAD 126

9. ANEXOS 129

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. OBJETO

La meta del proyecto es estudiar la viabilidad técnico-económica de una instalación solar fotovoltaica en el colegio perteneciente a COLEGIO DULANTZI, es sus instalaciones de Álava. Para ello se estudiarán las características técnicas impuestas por las instalaciones pertenecientes a dicho colegio.

En conclusión, el objetivo de este proyecto es hacer conocedor al usuario del ahorro que supone la instalación de energía fotovoltaica en este colegio, siendo además una energía limpia y renovable, con todos los beneficios que eso conlleva tanto para el usuario de esa energía, como para el medio ambiente.

CONSIDERACIONES GENERALES

Un sistema fotovoltaico de Autoconsumo se puede definir como un sistema de generación fotovoltaica que alimenta los consumos eléctricos de un suministro. Pudiendo tanto trabajar en paralelo con la red eléctrica de Distribución como complementariamente a ésta (en caso de baterías). Es decir, los dos sistemas de generación están conectados entre sí, de forma que ambos suministran electricidad a los consumos.

En un sistema de Autoconsumo Con Excedentes acogida a compensación MEDIANTE CONSUMO COMPARTIDO, se recogen todos los autoconsumos con excedentes que no cumplan con alguno de los requisitos para pertenecer a la modalidad de autoconsumo con excedentes acogido a compensación, o que voluntariamente opten por no acogerse a ella. En este caso, los excedentes se venderán en el mercado eléctrico.

La normativa actual permite dicho tipo de instalaciones quedando reguladas en el marco R.D. 244/2019.

1.2. CLASIFICACION DE LA INSTALACION SEGÚN EL BOE

Según la clasificación que la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, Artículo 9, hace de los distintos tipos de instalaciones eléctricas, el proyecto se considera MODALIDAD DE SUMINISTRO CON AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES ACOGIDO A COMPENSACIÓN.

Este tipo de instalaciones están específicamente reguladas en el Real Decreto 244/2019.
En este documento se tendrá especial atención a las referencias que se indican en los anteriores artículos de la Ley 24/2013, para todo lo concerniente a la instalación solar, así como de cualquier otro artículo de aplicación, con el objeto de un fiel cumplimento de Norma, y que la instalación solar opere de forma eficiente y segura.

1.3. LOCALIZACION

El estudio de este proyecto se centrará en el conjunto de edificios que conforman el centro ubicado en Alegría Dulantzi, Álava.
A continuación, se muestran algunos datos de la localización del emplazamiento:

Municipio	Alegría Dulantzi
Provincia	Álava
Coordenadas	42º 50’ 42,03’’ N 2º 30’ 49,75’’ O
Código postal	01240
Dirección	CALLE NUESTRA SEÑORA DE AIALA, 20

Una vez concretados los datos de la dirección del emplazamiento en cuestión, se procederá a mostrar diferentes mapas para localizar el lugar de estudio de forma visual en las ***Ilustraciones 1, 2 y 3.***

Ilustración 1: *Mapa del país del emplazamiento seleccionado.*

Ilustración 2: *Mapa de la población del emplazamiento seleccionado, Alegria Dulantzi, Álava.*

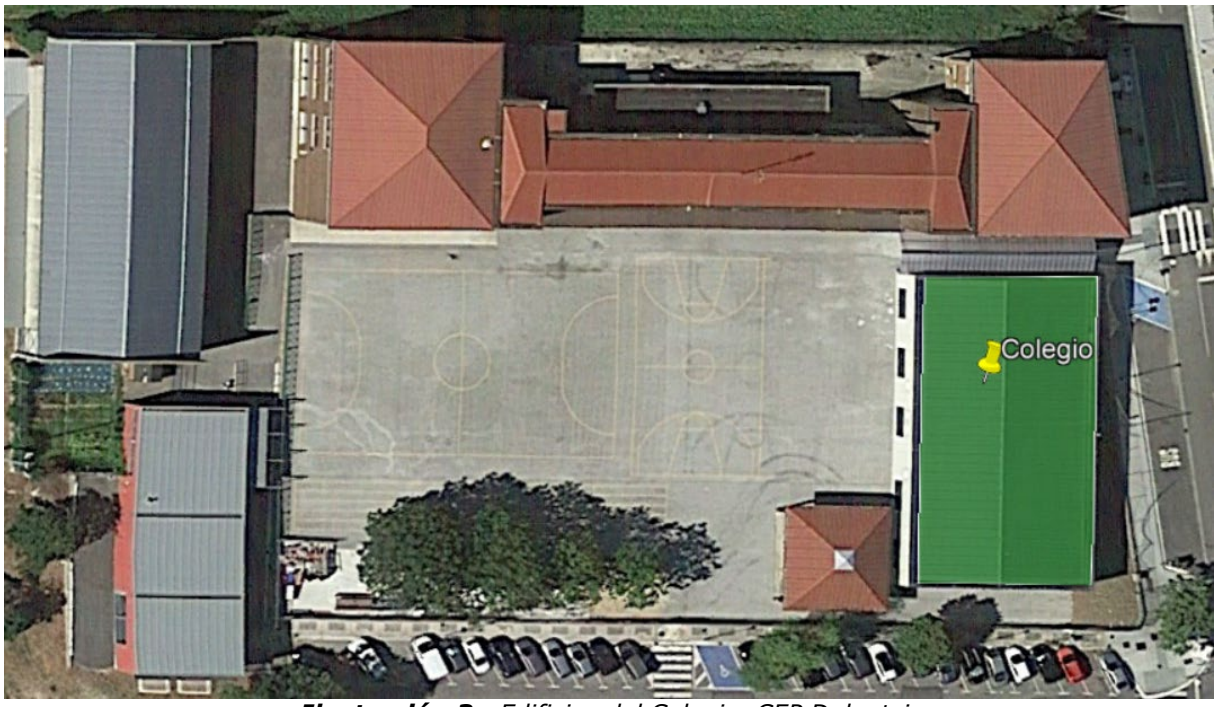


Ilustración 3: *Edificios del Colegio, CEP Dulantzi.*

1.4. USUARIO TITULAR

- Nombre: Ayuntamiento Alegria Dulatntzi
- Dirección: Plaza Herriko 1, Alegria Dulantzi 01260, Alava

1.5. NORMATIVA DE APLICACIÓN ACTUAL

Para el presente proyecto son de aplicación la siguiente legislación y normativa:

- Real Decreto 244/2019, del 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto Ley 15/2018, del 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015 del 9 de octubre (derogado), 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. Imponía el peaje de respaldo, también llamado Impuesto al Sol.
- Ley 24/2013, del 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, del 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 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 842/2002, del 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.E.B.T.).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo (L31/95).
- Normas UNE sobre instalaciones fotovoltaicas.
- Normas UNE 21123, 21030 y UNE HD 603-5N para cables según uso en intemperie, al aire o enterrados.
- El Código Técnico de la Edificación (CTE) sobre las acciones en la edificación.
- Norma EA-95 sobre estructuras de acero en la edificación.

1.6. CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO

1.6.1. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA

La instalación se diseña en base a las necesidades energéticas del cliente y al espacio útil libre en las cubiertas del edificio del mismo.

La instalación fotovoltaica está constituida por 196 módulos fotovoltaicos, consiguiendo así una potencia pico de 90,16 kWp, que se colocarán en la cubierta del Colegio Dulantzi con dos inversores HUAWEI SUN2000-40KTL-M3. Para más información, revisar los planos.

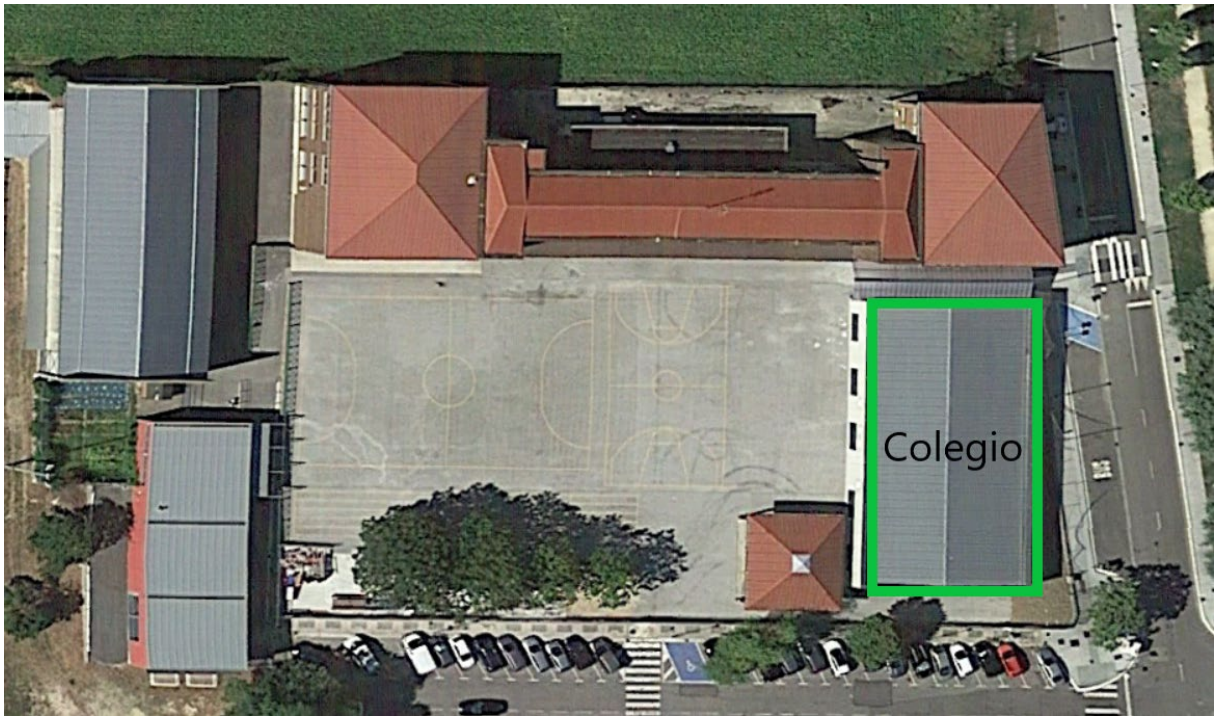


***Ilustración 4**: Espacio disponible.*

A continuación, se indican las características principales del sistema diseñado:

- Instalación proyectada: Sistema fotovoltaico de conexión a red con excedentes no acogido a compensación.
- Tipo de conexión: Baja tensión
- Tensión de conexión a red cliente: 400 Vac
- Potencia nominal FV: 80 kW
- Potencia pico: 90,16 kWp
- Módulos:196 módulos JA Solar JAM72S20-460/MR 460Wp
- Inversor: 2 inversores Huawei SUN2000-40KTL
- Sistema estructural: Coplanar Orientada Este-Oeste
- CUPS:

***Ilustración 5**: Disposición del diseño de la instalación fotovoltaica del colegio*

La interconexión se realizará en el cuadro de protección y medida del cliente, ubicado en el edificio de entrada del Colegio Dulantzi.

1.6.2. RECURSO SOLAR

Se ha utilizado la base de datos climatológica Meteonorm, según esta base de datos, en la localización del proyecto se dispone de un recurso solar de 1.347,2 kWh/m^2/año sobre el plano horizontal en promedio a 15 años.

Se han tenido en cuenta, además, los siguientes criterios:

- Todos los módulos que integren la instalación deben ser del mismo modelo.
- La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que se garantice la ausencia de sombras parciales 2h antes y 2h después del mediodía solar el día de menor inclinación del arco solar sobre la horizontal (solsticio de invierno, 21 de Dic).

Cubierta	Azimut	Inclinación
Colegio	-89º Este	10º
	+91º Oeste	

1.6.3. IRRADIACIÓN

Para conocer qué tipo de producción puede generar en este lugar una instalación de energía fotovoltaica, es necesario conocer los datos de irradiación del emplazamiento. Éste será uno de los factores más importantes a la hora de dimensionar la instalación, dado que, a mayor irradiancia, mayor producción solar fotovoltaica tendrá la instalación.

Para conocer dichos valores, se ha recurrido a la herramienta *PVGIS* (*Photovoltaic Geographical Information System*), donde se han tenido en cuenta las coordenadas del lugar de estudio para su localización.

Dado que la instalación se llevará a cabo en diferentes superficies y con diferentes ángulos de azimut e inclinación, se comprobará la irradiación mensual en cada uno de los casos, y posteriormente, la producción fotovoltaica.

Una vez conocidos los datos de la orientación e inclinación de las superficies disponibles, se ha comprobado la irradiancia y la producción de la instalación fotovoltaica a lo largo de un año. Para ello, como se ha comentado anteriormente, se ha utilizado la herramienta PVGIS y su base de datos de la zona europea, en el caso de esta instalación en concreto, teniendo en cuenta las diferentes superficies.

A continuación, veremos cómo varía la irradiancia que captaría una instalación solar fotovoltaica en el lugar del estudio (Alegria Dulantzi).

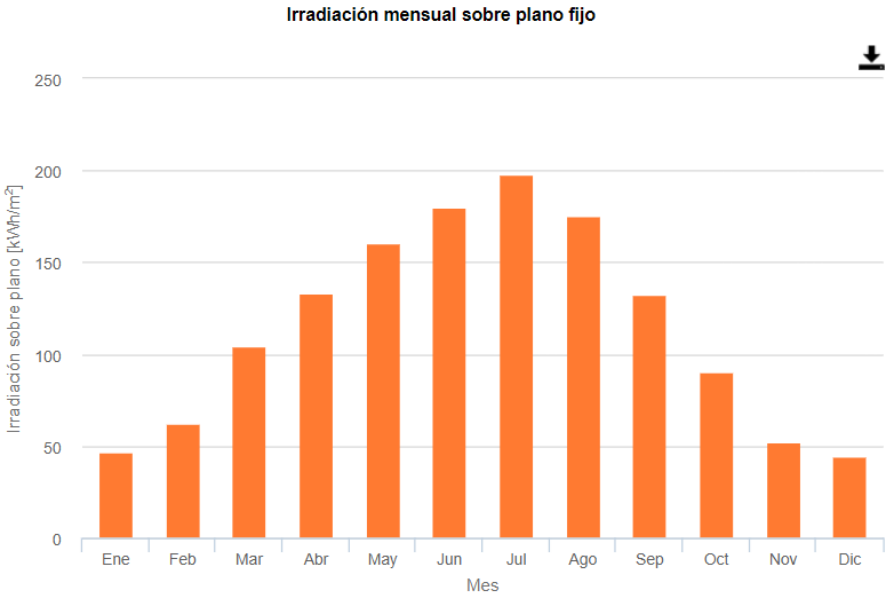


Ilustración 6: *Gráfica Irradiación mensual de la superficie del colegio*

Como se puede ver en el anterior gráfico, la irradiación va cambiando a lo largo del año. Esto nos indica que, en los meses pertenecientes a verano, habrá más momentos de sol, y, por lo tanto, más irradiancia; y, por otro lado, en los meses pertenecientes al invierno, la irradiancia, será menor.

Definición del horizonte

Horizon from PVGIS website API, Lat=42°50"42", Long=-2°30"53", Alt=m

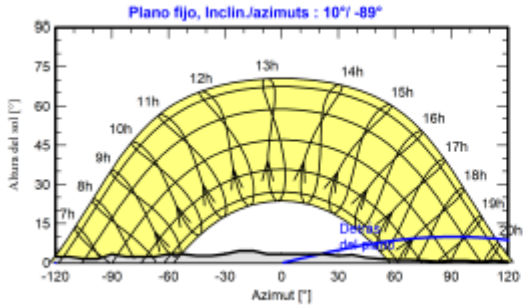
Altura promedio	2.4 °	Factor Albedo	0.94
Factor difuso	1.00	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

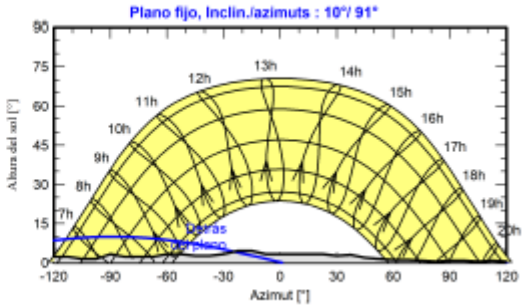
Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83
Altura [°]	2.7	3.1	3.1	3.8	3.8	3.1	2.7	2.7	2.3	2.3	1.5	1.5	3.4	2.3
Azimut [°]	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	23	30	38	45	53
Altura [°]	2.3	3.4	3.4	2.7	2.7	3.4	4.6	4.6	3.4	3.4	2.7	3.1	1.9	1.5
Azimut [°]	60	68	75	83	90	98	105	113	120	128	135	143	173	180
Altura [°]	1.1	1.1	0.8	0.4	0.8	0.8	0.4	0.8	0.4	1.1	1.5	2.3	2.3	2.7

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

Orientación #1



Orientación #2

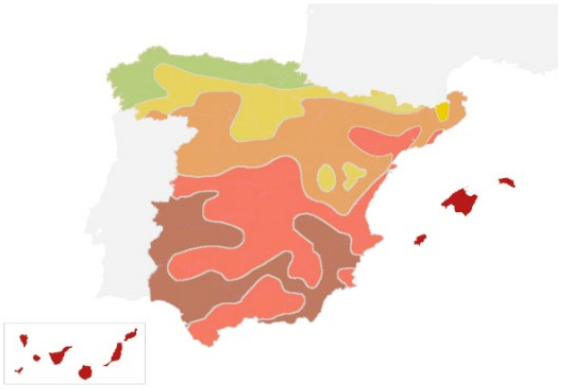


1.6.4. TEMPERATURA Y VIENTOS

Las condiciones de temperatura son uno de los datos más restrictivos a la hora de realizar un diseño óptimo de una instalación fotovoltaica.
Para la simulación, con el software PVsyst V7.2, se utilizará la base de datos meteorológica Meteonorm.

Para los cálculos eléctricos se ha tenido en cuenta la base de datos obtenida en AEMET.

Para el cálculo de resistencia frente a vientos de la instalación se ha tomado en cuenta el mapa de velocidades de vientos de CTE. Para el cálculo estructural, se tomará el criterio de 105 km/h.



1.7. ESTUDIO DE GENERACION

Para el estudio de generación, se ha utilizado el software de simulación PVSYST.

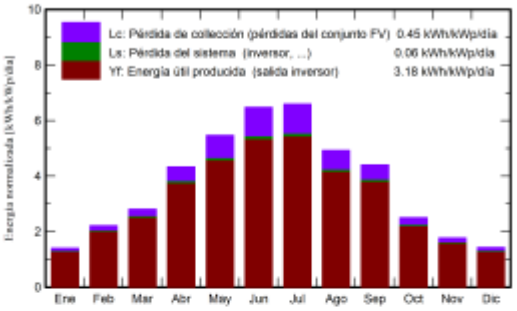
A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

Resultados principales

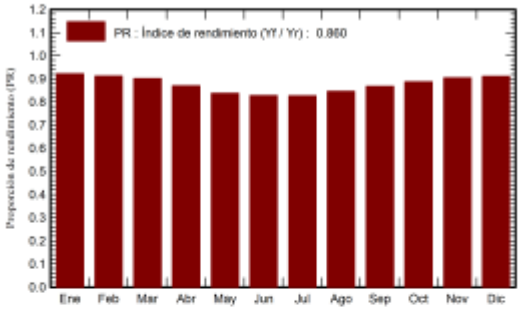
Producción del sistema

Energía producida	104.6 MWh/año	Producción específica	1161 kWh/kWp/año
		Proporción de rendimiento (PR)	86.01 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	43.7	25.39	3.45	43.5	41.7	3.70	3.62	0.922
Febrero	62.4	32.99	7.13	62.0	59.7	5.20	5.10	0.912
Marzo	87.5	47.35	7.09	86.8	83.7	7.20	7.06	0.902
Abril	130.7	65.07	10.77	129.9	125.4	10.39	10.19	0.870
Mayo	170.6	70.36	14.17	169.4	163.6	13.05	12.81	0.838
Junio	195.3	79.56	17.61	194.1	187.5	14.77	14.49	0.828
Julio	205.5	74.70	17.68	204.2	197.3	15.52	15.23	0.827
Agosto	154.0	66.05	17.07	152.9	147.8	11.90	11.67	0.846
Septiembre	132.8	52.22	14.62	132.0	127.5	10.54	10.34	0.868
Octubre	77.7	41.15	14.06	77.3	74.5	6.32	6.19	0.888
Noviembre	53.2	29.13	9.75	53.0	50.9	4.43	4.33	0.905
Diciembre	44.2	24.12	5.39	44.2	42.1	3.72	3.63	0.911
Año	1357.7	608.07	11.58	1349.4	1301.7	106.75	104.65	0.860

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		

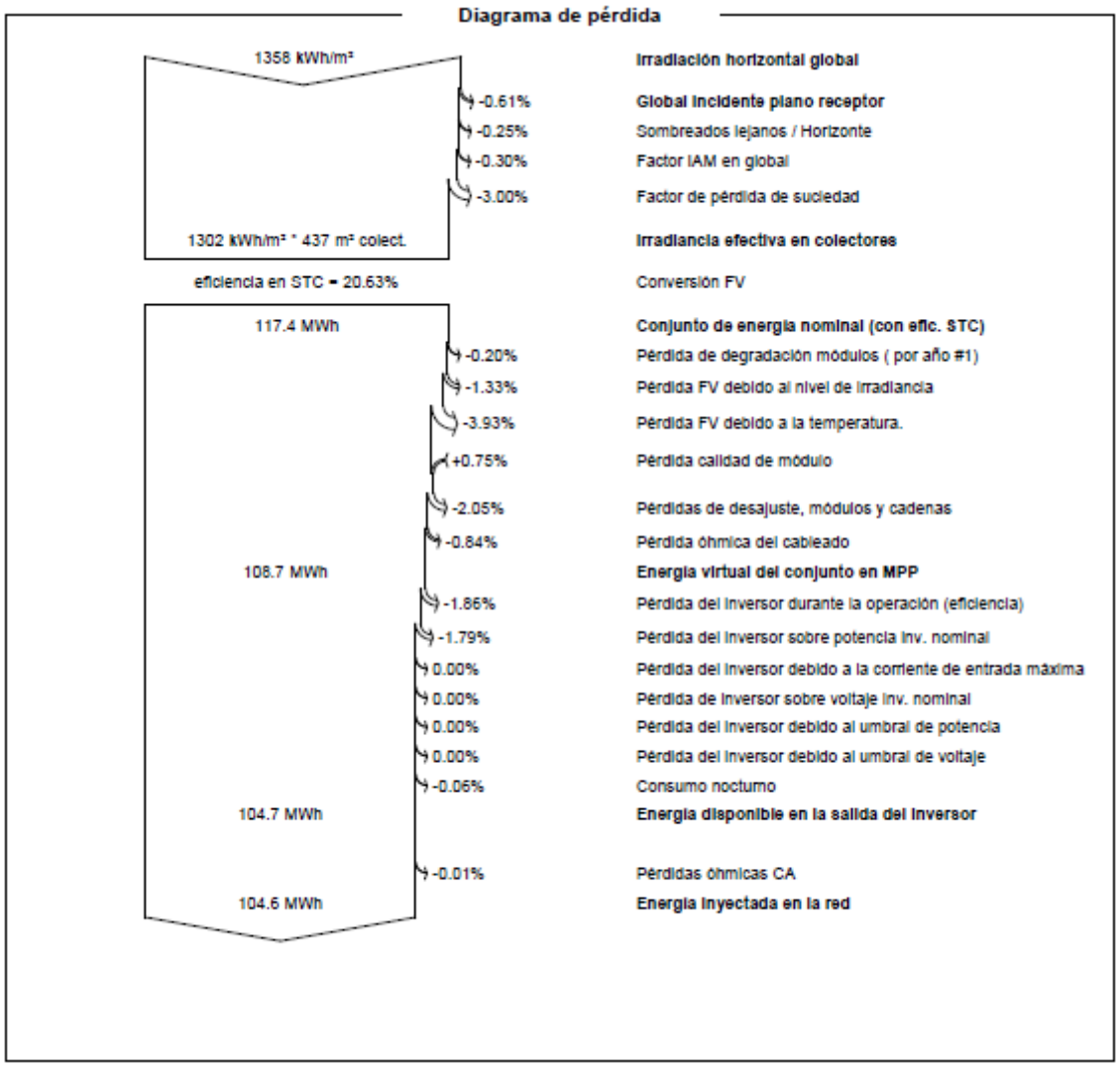


Diagrama de pérdida
1358 kWh/m²
Irradiación horizontal global
-0.61%
Global incidente plano receptor
-0.25%
Sombreados lejanos / Horizonte
-0.30%
Factor IAM en global
-3.00%
Factor de pérdida de suciedad
1302 kWh/m² * 437 m² colect.
Irradiancia efectiva en colectores
eficiencia en STC = 20.63%
Conversión FV
117.4 MWh
Conjunto de energía nominal (con efic. STC)
-0.20%
Pérdida de degradación módulos (por año #1)
-1.33%
Pérdida FV debido al nivel de irradiancia
-3.93%
Pérdida FV debido a la temperatura.
+0.75%
Pérdida calidad de módulo
-2.05%
Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas
-0.84%
Pérdida óhmica del cableado
108.7 MWh
Energía virtual del conjunto en MPP
-1.86%
Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)
-1.79%
Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal
0.00%
Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima
0.00%
Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal
0.00%
Pérdida del inversor debido al umbral de potencia
0.00%
Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje
-0.06%
Consumo nocturno
104.7 MWh
Energía disponible en la salida del inversor
-0.01%
Pérdidas óhmicas CA
104.6 MWh
Energía inyectada en la red

Herramienta de envejecimiento

Parámetros de envejecimiento

Lapso de tiempo de la simulación 25 años

Módulo de degradación media

Factor de pérdida 0.4 %/año

Desajuste debido a la degradación

Dispersión Imp RMS 0.4 %/año

Dispersión Vmp RMS 0.4 %/año

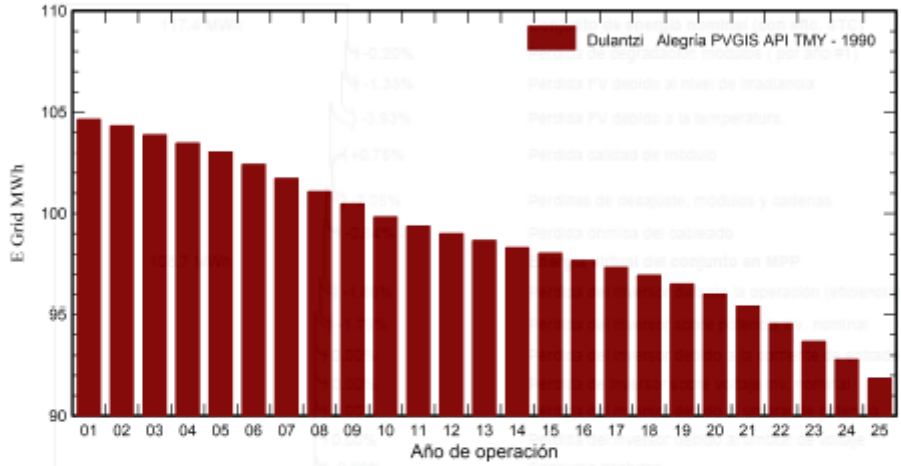
Meteo usado en la simulación

#1 Dulantzi Alegria PVGIS API TMY

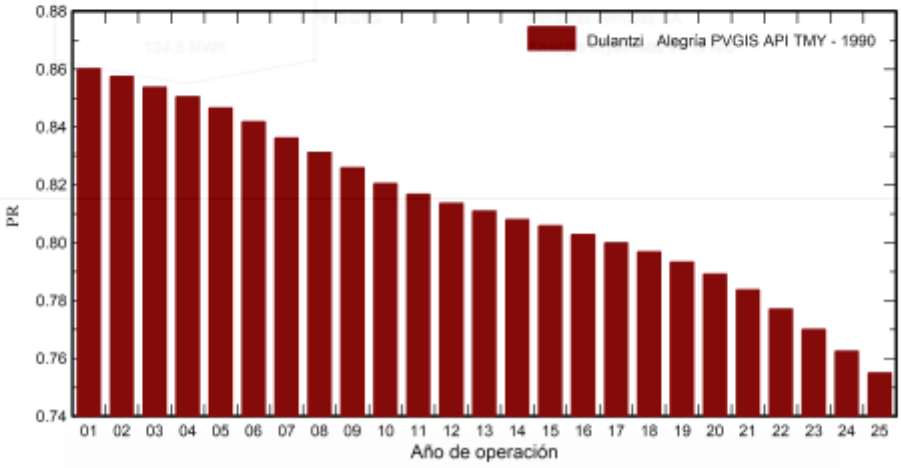
Años 1990 (año de referencia)

Años simulados 1-25

Energía inyectada en la red



Proporción de rendimiento



Herramienta de envejecimiento

Parámetros de envejecimiento

Lapso de tiempo de la simulación 25 años

Módulo de degradación media

Factor de pérdida 0.4 %/año

Desajuste debido a la degradación

Dispersión Imp RMS 0.4 %/año

Dispersión Vmp RMS 0.4 %/año

Meteo usado en la simulación

#1 Dulantzi Alegria PVGIS API TMY

Años 1990 (año de referencia)

Años simulados 1-25

Dulantzi Alegría PVGIS API TMY

Año	E Grid	PR	Pérdida de PR
	MWh		%
1	104.6	0.86	0%
2	104.3	0.858	-0.3%
3	103.9	0.854	-0.7%
4	103.5	0.851	-1.1%
5	103.0	0.847	-1.6%
6	102.4	0.842	-2.1%
7	101.7	0.836	-2.8%
8	101.1	0.831	-3.4%
9	100.5	0.826	-4%
10	99.82	0.82	-4.6%
11	99.37	0.817	-5%
12	99.00	0.814	-5.4%
13	98.66	0.811	-5.7%
14	98.30	0.808	-6.1%
15	98.04	0.806	-6.3%
16	97.68	0.803	-6.7%
17	97.33	0.8	-7%
18	96.95	0.797	-7.4%
19	96.51	0.793	-7.8%
20	96.01	0.789	-8.3%
21	95.35	0.784	-8.9%
22	94.54	0.777	-9.7%
23	93.68	0.77	-10.5%
24	92.78	0.763	-11.3%
25	91.85	0.755	-12.2%

1.8. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

En este apartado, se enumerarán brevemente los componentes que conformarán la instalación, y se dará una leve explicación de estos.

1.9.1 MODULOS FOTOVOLTAICOS

Las placas solares fotovoltaicas serán las encargadas de transformar la energía procedente el sol en energía eléctrica (DC) mediante el efecto fotovoltaico. También denominada como "placa fotovoltaica" o "panel fotovoltaico" es un conjunto completo, medioambientalmente protegido, de células solares interconectadas y montadas entre dos láminas de vidrio, que contiene las células solares las cuales pueden conectarse entre sí en serie y/o paralelo para obtener el voltaje deseado.

Los paneles o módulos fotovoltaicos se caracterizan por el parámetro denominado como "Potencia pico" siendo aquella potencia máxima del panel fotovoltaico expresada en Condiciones Estándares de Laboratorio (STC):

- Irradiancia solar: 1000 W/m2
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

El fabricante del módulo deberá estar incluido entre las 5 primeras posiciones de la lista TIER 1 de Bloomberg en el Q1 del 2022

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

Su estructura está conformada por los siguientes elementos:

- ✓ Las Células Solares de Silicio Monocristallino serán de la tecnología PERC **"Half-Cell"**. Esto implica que la superficie con las células está dividida por la mitad y la corriente en dos partes conectadas en serie. Gracias a esto, **las pérdidas del sistema son menores** y se asegura una producción continua si los módulos están parcialmente afectados por sombras. Al ser divididos, sólo la parte sombreada se verá afectada y no todo el rendimiento del panel.
- ✓ **Encapsulante**, constituido por un material que debe presentar una buena transmisión a la radiación y una degradabilidad baja a la acción de los rayos solares.
- ✓ **Cubierta exterior de vidrio templado**, que, aparte de facilitar al máximo la transmisión luminosa, debe resistir las condiciones climatológicas más adversas y soportar cambios bruscos de temperatura.
- ✓ **Cubierta posterior**, constituida normalmente por varias capas opacas que reflejan la luz que ha pasado entre los intersticios de las células, haciendo que vuelvan a incidir otra vez sobre éstas.
- ✓ **Marco de metal**, normalmente de aluminio, que asegura rigidez y estanqueidad

al conjunto, y que lleva los elementos necesarios para el montaje del panel sobre la estructura soporte.

- ✓ **Caja de terminales**: incorpora los bornes para la conexión del módulo.
- ✓ **Diodo de protección**: impiden daños por sombras parciales en la superficie del panel.

Únicamente se utilizarán módulos que se ajusten al menos a las siguientes características técnicas:

a) Los módulos serán **aplicación Clase A y protección eléctrica Clase II**.
b) Incorporar diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y suscircuitos por sombreados parciales y tendrán un **grado de protección IP68**.
c) Marcos laterales serán de aluminio anodizado o acero inoxidable.
d) Potencia máxima y corriente de cortocircuito referidas a condiciones estándar, comprendidas en el **margen del + 3 %** de los correspondientes valores nominales de catálogo.
e) La **eficiencia mínima del módulo en STC será del 20.5 %.**
f) Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 12 años.
g) Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante con una garantía de rendimiento durante 25 años. La degradación del módulo no podrá superar el 10% a los 12 años y el 19.8% a los 25 años.
h) La temperatura de funcionamiento comprenderá el rango de entre -40°C y +85°C.
i) El coeficiente de temperatura de **Pmax no será superior a -0.35%/°C**.
j) El vidrio frontal tendrá un espesor mínimo de 3,2 mm y será vidrio templado.
k) El módulo contará al menos con los siguientes certificados:
    1. Certificación IEC61215 de envejecimiento de los módulos fotovoltaicos
    2. Certificación IEC 60364-4-41 de protección contra descargas eléctricas
    3. Certificación IEC 61730 de cualificación de la seguridad de los módulos
    4. Certificación IEC 61701 de resistencia al salitre en módulos fotovoltaicos
    5. Certificación PV Cycle
    6. Certificación CE.

Todos los módulos deben estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujasen el encapsulante.

Los módulos fotovoltaicos se montarán de forma que se maximice la exposición directa a la luz solar y se eliminen o minimicen las sombras.

Para su fijación se emplearán marcos de soporte o kits de montaje especializados fabricados en aluminio anodizado o en acero inoxidable. Respetando en todo momento las instrucciones del montaje de fabricante.

Deberá prestarse especial atención en la fase de montaje para evitar la acumulación de suciedad sobre la superficie del módulo ya que puede provocar que las células solares activas queden en sombra y se reduzca el rendimiento eléctrico.

Deberá respetarse un espacio en la parte posterior del módulo para permitir su adecuada ventilación.

A los efectos de dar cabida a la expansión o dilatación térmica de los marcos será necesario, asimismo, dejar un adecuado espacio entre los módulos fotovoltaicos.

Se deberá dejar siempre la superficie posterior del módulo libre de objetos externos o elementos de la estructura que pudieran entrar en contacto con éste, especialmente si el módulo está sometido a carga mecánica.

Deberá asegurarse que los módulos no están expuestos a vientos ni nevadas que superen la carga máxima permitida y que no están sometidos a una fuerza excesiva debido a la dilatación térmica de la estructura de soporte.

Si el módulo dispone de caja de conexiones ésta no deberá utilizase para sujetar o transportar el módulo. Se deberá prestar especial atención para no subirse ni pisar su superficie.

Se evitará dejar caer el módulo ni golpearlo dejando caer sobre él otros objetos, así como se evitará en todo momento dañar ni arañar la superficie posterior del módulo.

Con la finalidad de mantener las garantías del fabricante, no se podrá desmontar, modificar o adaptar el módulo ni retirar ninguna pieza o etiqueta instalada por el fabricante. Asimismo, se evitará perforar el marco ni el cristal del módulo.

No deberá aplicarse pintura ni adhesivos a la superficie posterior del módulo.

Si se rompiese el cristal o el material posterior de un módulo, éste no podrá repararse ni utilizarse, ya que el contacto con cualquier superficie del módulo o el marco podría producir una descarga eléctrica, debiendo ser sustituido.

Deberán montarse sólo con tiempo seco y con herramientas secas. No deberán ser manipulados cuando éstos estén húmedos, a no ser que utilice un equipo de protección adecuado.

Todos los módulos deberán estar debidamente conectados a la red de tierras a través de sus marcos.

Se ha realizado la simulación de producción con el equipo del fabricante JA SOLAR, modelo JAM72S20-460/MR:

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	25.0kg±3%
Dimensions	2120±2mm×1052±2mm×40±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: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	27pcs/pallet 594pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	440	445	450	455	460	465
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.40	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	40.90	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.28	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.76	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96
Module Efficiency [%]	19.7	20.0	20.2	20.4	20.6	20.8
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α_Isc)	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β_Voc)	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp)	-0.350%/℃					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1.5G					

1.9.4 ESTRUCTURA

Son las encargadas de asegurar un buen anclaje del generador solar, facilitan la instalación y mantenimiento de los paneles, a la vez que proporcionan no sólo la orientación necesaria, sino también el ángulo de inclinación idóneo para un mejor aprovechamiento de la radiación y como resultado la mayor rentabilidad posible de la instalación.

Las características que debe cumplir la estructura del sistema son:

- Servir de soporte. Dar rigidez al conjunto.
- Fijación segura de los módulos, facilitando el montaje.
- La utilización de una estructura soporte adecuada facilita las labores de instalación y mantenimiento, minimiza la longitud del cableado, evita problemas de corrosión y hace agradable la vista del generador en su conjunto.
- Debe soportar el peso y las fuerzas transmitida por los paneles y el tejado, asegurando un anclaje firme y una estabilidad perfecta y las cargas de viento y nieve, según la normativa vigente.

La estructura diseñada se realizará de acuerdo con la normativa vigente, CTE DB SE de seguridad estructural, asegurando su integridad, y la seguridad de las personas frente a las cargas de viento, así como la carga de nieve que debe soportar en su conjunto. La normativa de aplicación será la siguiente:

- RD 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, aplicándose las exigencias básicas desarrolladas en los documentos básicos siguientes:
  - DB SU Seguridad de utilización.
  - DB HE Ahorro de energía.
  - DB SE Seguridad Estructural:
  - DB SE-AE Acciones en la Edificación.
  - DB SE-C Cimientos.
  - DB SE-A Acero.

- EHE Instrucción de Hormigón Estructural.

- EAE Instrucción de Acero Estructural.

- Eurocódigo 9: Proyecto de estructuras de Aluminio.

Se solicitará al estructurista que acredite el cumplimiento de CTE para este sistema.

Será necesario realizar el ensayo en túnel de viento, para la determinación de la velocidad de viento máxima admisible para las estructuras que sirven de soporte de los módulos fotovoltaicos.

Se ha seleccionado la tipología de estructura en función de la superficie de cubierta que tiene el cliente. De manera que se utilizará una misma estructura para toda la instalación.

La estructura se encargará de anclar las placas solares a las superficies en cuestión.

ZONA	Cubierta	Tipo Estructura
Colegio	Chapa grecada	Coplanar – Orientada Este-Oeste

El sistema de montaje seleccionado es de perfilería en aluminio, la utilización del aluminio permite adaptarse con facilidad a cualquier tipo de cubierta, y ofrecer las máximas garantías de durabilidad e impermeabilización.

La ligereza del aluminio permite reducir las cargas de peso en las cubiertas, el aluminio presenta una excelente resistencia a la corrosión atmosférica en medio marino, urbano e industrial. Bajo la influencia del oxígeno del aire, el aluminio se cubre de una capa de alúmina que lo protege de forma natural contra la corrosión.

El aluminio utilizado será la aleación 6063-T6, debido a su facilidad de extrusión, unas características mecánicas adecuadas y un excelente comportamiento natural en ambiente rural e industrial.

La composición química del aluminio viene caracterizada por los siguientes valores en %: Si 0.2-0.6, Fe 0.35, Cu 0.1, Mn 0.1, Mg 0.45-0.9, Cr 0.10, Zn 0.10, Ti 0.1 Otros 0.15 y Aluminio el resto.

Las propiedades físicas y mecánicas más destacables son las siguientes:

- Carga de rotura Rm 215 N/mm²
- Límite elástico 170 N/mm²
- Densidad 2,70 kg/dm³
- Coeficiente de dilatación por ºC (20º-100º) 23,5 x 10^-6
- Conductividad térmica 201 W/Mk y 0,48 cal/cm.s. ºC
- Resistividad 3,3 μ Ω x cm²/cm
- Módulo elástico 68.600 N/mm²

Se emplea tornillería inoxidable para la sujeción de los módulos, asegurando un buen contacto eléctrico entre su marco y los perfiles soporte, por seguridad frente a posibles pérdidas de aislamiento en el generador o efectos inducidos por descargas atmosféricas.

Por otro lado, el acero inoxidable utilizado será el denominado AISI 430. Cuyas propiedades físicas y mecánicas más destacables son las siguientes:

- - Resistencia a la tracción 540 N/mm²
- - Límite elástico 245 N/mm²
- - Alargamiento 18%
- - Peso específico 7,7 kg/dm³
- - Dilatación lineal 10,2 K 10/ºC
- - Conductividad térmica 21 Kcal/hm ºC

La tornillería será de acero inoxidable. Resiste la corrosión (herrumbre) en muchos ambientes, especialmente en la atmósfera. El cromo es el principal elemento de la aleación, en una concentración mínima del 11%. La resistencia a la corrosión mejora con adiciones de níquel y molibdeno.

Los aceros inoxidables se clasifican en función de la microestructura constituyente: martensítica, ferrítica o austenítica. La amplia gama de propiedades mecánicas combinadas con la excelente resistencia a la corrosión hace que este tipo de acero sea muy versátil.

Por el tipo de aplicación para la que se va a utilizar acero inoxidable austenítico de tipo A2-70.

Para las zonas donde debe ir lastrada la estructura, se realizarán los cálculos necesarios para que las cubiertas soporten el peso de dichas cargas. Se tendrán en cuenta las velocidades del viento de la zona según CTE y las cargas de viento.

1.9.3 INVERSOR

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

El funcionamiento de los inversores es completamente automático. Cuando los módulos solares generan la potencia suficiente por la mañana, la electrónica de control supervisa los parámetros de tensión y frecuencia de red. Cuando se ha sincronizado la frecuencia del sistema con la de red, el sistema inyecta corriente a la red.

El inversor trabaja de forma que toma la máxima potencia posible de los módulos solares, realizando el seguimiento de la curva de máxima potencia que éstos generan (MPPT, en sus siglas en inglés), al ser esta variable según la radiación incidente. Cuando al atardecer la energía ya no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor interrumpe la conexión y deja de trabajar.

Se ha seleccionado el equipo del fabricante HUAWEI, modelo SUN2000-40KTL:

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Eficiencia			
Máxima eficiencia	98.7%		
Eficiencia europea ponderada	98.4%		
Entrada			
Tensión máxima de entrada [1]	1,100 V		
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A		
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A		
Tensión de arranque	200 V		
Rango de tensión de operación [2]	200 V ~ 1000 V		
Tensión nominal de entrada	600 V		
Cantidad de entradas	8		
Cantidad de MPPTs	4		
Salida			
Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida		230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE	
Frecuencia nominal de red de CA		50 Hz / 60 Hz	
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable		0.8 LG ... 0.8 LD	
Máx. distorsión armónica total		< 3%	
Características y protecciones			
Dispositivo de desconexión del lado de entrada		Sí	
Protección anti-isla		Sí	
Protección contra sobreintensidad de CA		Sí	
Protección contra polaridad inversa CC		Sí	
Monitorización a nivel de string		Sí	
Descargador de sobretensiones de CC		Sí	
Descargador de sobretensiones de CA		Sí	
Detección de resistencia de aislamiento CC		Sí	
Monitorización de corriente residual		Sí	
Protección ante fallo por arco eléctrico		Sí	
Control del receptor Ripple		Sí	
Recuperación PID integrada3		Sí	
Comunicación			
Display		Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP	
RS485		Sí	
Smart Dongle		WLAN/Ethernet vía Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G vía Smart Dongle-4G (Opcional)	
Monitoring BUS (MBUS)		Sí (transformador de aislamiento requerido)	
Especificaciones generales			
Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)		640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)	
Peso (Kit de herramientas para soporte de suelo incluido)		43 kg (94.8 lb)	
Nivel de Ruido		< 46 dB	
Rango de temperaturas en operación		-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)	
Ventilación		Convección natural	
Max. Altitud de operación		0 - 4,000 m (13,123 ft.)	
Humedad relativa		0% RH ~ 100% RH	
Conector de CC		Staubli MC4	
Conector de CA		Terminal PG impermeable + conector OT/DT	
Grado de Protección		IP 66	
Tipología		Sin transformador	
Consumo de energía durante la noche		≤ 5.5W	

1.9.4 CAJA CC Y CONEXIONES CC

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 exige lo siguiente:
Artículo 15. Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones: La instalación deberá disponer de una separación *galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.*

La instalación objeto de la presente memoria alcanza los 80 kW. Sin embargo, cuenta con sistemas de control en los inversores que son conectados previamente a la conexión a la red general para prevenir la inyección de corriente directa o continua en dicha red. Dado que el inversor incorpora protecciones internas para las series, no es necesario la realización de un Cuadro de Protecciones de continua a su entrada.

Todas las conexiones en series se realizarán mediante conectores de exterior, que vienen de fábrica del tipo MC4, o mediante fichas posteriormente aisladas.

Los MC4 permiten conectar los módulos entre sí, de manera tal que se pueden construir fácilmente paneles empujando los conectores de los paneles adyacentes, únicamente

utilizando las manos. En el caso de la desconexión requieren una herramienta especial conocida como llave inglesa para conector MC4 y con esta poder desconectarlos, para asegurarse de que no se desconecten accidentalmente cuando se tira de los cables. Los MC4 son implementados en todos los paneles solares producidos desde 2011 y son universales en el mercado solar.

El sistema MC4 consiste en un diseño de conectores macho y hembra. Los conectores macho y hembra se colocan dentro de carcasas de plástico. Para un sellado adecuado, los MC4 requieren el uso de un cable con el diámetro correcto, normalmente de doble aislamiento y protección UV (la mayoría de los cables se deterioran si se usa al aire libre sin protección de la luz solar).

1.9.5 CABLEADO

1.9.5.1 CABLE CC

El conductor que utilizar para el cableado de corriente continua está fabricado para su uso en instalaciones solares fotovoltaicas. En el nivel 1 DC se utilizará un cable por fase de 6 mm^2 tipo ZZ-F (AS) 1,8kV DC de Cobre.

1.9.5.2 CABLE AC

Tal como se detalla en apartados posteriores, se tienen dos niveles, cada uno con un tipo de cable diferente.
Para el nivel 1, de los inversores al cuadro general FV se ha diseñado cable unipolar RZ1-K AS 0,6/1 kV Cu de 16mm^2; se considera 1 cable por fase + neutro.

Para el nivel 2, del cuadro general FV al punto de interconexión se ha diseñado cable unipolar RZ1-K 0,6/1kV Cu de 50 mm^2; se considera 1 cable por fase + neutro.

1.9.6. CUADRO DE PROTECCIONES AC

Se instalarán protecciones de AC a la salida del inversor.

Estas protecciones protegerán a los inversores de posibles sobretensiones y sobreintensidades, además de a los usuarios de la instalación.

Estará provisto de protección magnetotérmica, diferencial y sobretensiones transitorias tipo 1+2 conforme al REBT; tal como se describe en apartados posteriores.

A. Protección de los inversores:
   - Tipo: magnetotérmico:
     - Icc: 10 kA (@400V) (Se debe corroborar con instalación existente)
     - In: 80 A
     - Calibre: 16 mm2
     - Fases: 3F+N
     - Curva tipo C

   - Tipo: Diferencial:
     - IΔn = 300 mA
     - In = 80 A
     - Fases: 3F+N

B. Protección general:
   - Tipo: magnetotérmico con relé diferencial
     - Icc: 25 kA (@400V) (Se debe corroborar con instalación existente)
     - In: 160 A regulable
     - Calibre: 50 mm^2
     - Fases: 3F+N
     - Curva tipo C

1.9.7 CANALIZACION

1.9.7.1 CANALIZACION CC

Se proyectan bandejas de hilo con tapa y tubo flexible con protección UV para la zona de la cubierta a los inversores.

La bandeja seleccionada será de 100 y 200 mm, tal como se describe en apartados posteriores.

1.9.7.2 CANALIZACION AC

Se proyectan bandejas de hilo con tapa y zanja subterránea. Se debe revisar la existencia de canalizaciones en sitio.

Se ha seleccionado bandeja de 200 mm, tal como se describe en apartados posteriores.

Todas las canalizaciones deberán llevar anclajes específicos dependiendo del tipo de sujeción que requieran.

1.9.8 RED DE TIERRAS

La red de tierras de protección de la planta se compondrá de cables de cobre que acompañarán a los cables de transmisión de energía y unirán los equipos en una red equipotencial puesta a tierra, incluyendo estructura portante de módulos, los propios módulos, canalización, los inversores y el cuadro de protecciones.

Las secciones utilizadas en la red de tierras se resumen a continuación:

- Nivel 1 CC: 6 mm^2 – Cobre desnudo
- Nivel 1 AC: 16 mm^2 – RV-K
- Nivel 2 AC: 25 mm^2 – RV-K

1.9.9 MONITORIZACION

El sistema de monitorización se encargará de mostrar toda la información referente a la instalación a tiempo real, y de notificar directamente a clientes e instaladores si hay alguna incidencia. Los sistemas de monitorización solar operan a través del inversor.

El inversor solar recopila información sobre los niveles de producción y la envía a los sistemas de monitorización en la nube y a sus aplicaciones. Los propietarios pueden acceder en todo momento a esta información de varias formas, incluso desde aplicaciones móviles o dispositivos inteligentes emparejados.

Se considera el esquema de monitorización con los siguientes componentes:

- Dataloger propio del fabricante de inversores
- Dataloger propio del sistema de monitoreo
- UPS
- Analizador de energía.

RAFAEL ZABALA BALENCIAGA
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4118 del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia

DEMETRIO LOPEZ SANCHEZ
Ingeniero Eléctrico
Colegiado Nº 9630 del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia

JAVIER FERRON MORLAN
Ingeniera en Energías Renovables

En Amorebieta, a 28 de abril de 2022

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

En este apartado se dará una breve explicación que justifica la elección de los componentes de la instalación.

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN SEGÚN R.D. 24/2013

Según la clasificación que la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, Artículo 9, hace de los distintos tipos de instalaciones eléctricas, el proyecto se considera MODALIDAD DE SUMINISTRO CON AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES ACOGIDO A COMPENSACIÓN con COSUMO COMPARTIDO.
Este tipo de instlaciones están específicamente reguladas en el Real Decreto 244/2019.
En este documento se tendrá especial atención a las referencias que se indican en los anteriores artículos de la Ley 24/2013, para todo lo concerniente a la instalación solar, así como de cualquier otro artículo de aplicación, con el objeto de un fiel cumplimento de Norma, y que la planta solar opere de forma eficiente y segura.

2.2 DATOS CLIMATOLOGÍCOS

Los datos fundamentales para realizar un óptimo diseño de un sistema solar son los siguientes:

- Radiación Solar sobre una superficie horizontal en kWh/m^2 día
- Irradiancia solar medida en W/m^2
- Temperaturas mínimas históricas medias en horas de sol en ºC
- Temperaturas máximas históricas medias en horas de sol en ºC
- Velocidad del Viento media medidos en m/s

Existen diversas bases de datos de donde se pueden recoger los parámetros que se indican anteriormente. Para esta memoria de cálculo se ha utilizado la Base de Datos de AEMET:

FUENTE	AEMET
Temperatura Max. Histórica	39,8
Temperatura Max. Promedio	20,8
Temperatura Min. Promedio	-2,8
Temperatura Min. Histórica	-21
Temperatura Promedio	9
Periodo temperaturas	1945 - 2022

Tabla 1. Datos Meteorológicos

Con fines de diseño del arreglo fotovoltaico y cálculos de cableados se van a utilizar las siguientes temperaturas de diseño:

- ✓ Temperatura Min de Diseño: -21 °C
- ✓ Temperatura de Trabajo: 9 °C
- ✓ Temperatura Max de Diseño: 39,9 °C

2.3 CONFIGURACION DE SERIES E INVERSORES

Para la configuración del arreglo se debe considerar las especificaciones eléctricas de los módulos y de los inversores, y como estos se ven modificados por la temperatura.

2.3.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos serán del fabricante JA SOLAR y modelo JAM72S20-460/MR con las siguientes características eléctricas según Standard STC:

A continuación, se muestran algunas características de los módulos solares fotovoltaicos en condiciones STC (Irradiancia: 1000W/m^2; Temperatura de la celda 25 Cº, AM=1,5).

Pmax	460 Wp
Vmp	42,13 V
Imp	10,92 A
Voc	50,01 V
Isc	11,45 A
Eficiencia del módulo	20,6 %
Dimensiones	2120±2mmx1052±2mmx40±1mm

Tabla 2: *Características de los módulos de 460 Wp seleccionados*

2.3.2 INVERSORES

El inversor será del fabricante HUAWEI y modelo SUN2000-40KTL-M3 con las siguientes características eléctricas:

Pmax	40.000 W
$V_{Max\ DC}$	1100 V
Numero MPPT	4
Número de entradas por MPPT	2
Rango V_{MPPT}	200 – 1000 V
$I_{MAX\ AC}$	63,8 A

Tabla 2: *Características de los inversores seleccionados*

Los módulos se conectarán en serie y se cablearán de manera independiente hasta cada inversor.

2.3.3. Salida Fotovoltaica

Este proyecto tal como se ha descrito en apartados anteriores, está constituido por 196 módulos fotovoltaicos y dos inversores HUAWEI modelo SUN2000-40-KTL-M3.

Se han considerado módulos JA Solar de 460, descritos, 98 módulos orientados hacia el este y conectados al inversor 1 y 98 módulos orientados hacia el oeste y conectados al inversor 2.

Según el número de módulos que conforman las series se tienen los siguientes valores de entrada DC los cuales se validarán con los rangos de operación del equipo.

A continuación, se indican los valores eléctricos para las series de 14 módulos.

VALORES ELECTRICOS ENTRADA (14 MODULOS)			
	Temp. Min. diurna	Temp. Promedio	Temp. Max
Temp. Ambiente	-21	9	39,8
Temp. Celula	-14,75	39,88	71,05
Isc	11,25	11,53	11,68
Voc	775,84	730,61	671,96
Vmpp	671,88	558,34	494,76
Impp	10,75	10,99	11,14

2.3.4. CONFIGURACION INVERSORES

Se han considerado dos inversores HUAWEI SUN2000 40-KTL.
Tal como se ha descrito anteriormente, los módulos orientados hacia el este irán conectados al inversor 1 y los módulos orientados hacia el oeste irán conectados al inversor 2.

A continuación, se muestra la tabla con las configuraciones iniciales:

INVERSOR	MPPT	ENTRADA	Nº SERIE	Nº MODULOS	SD
1	1	1	14	98	1,13
		2	14		
	2	1	14		
		2	14		
	3	1	14		
		2	14		
	4	1	14		
		2			
2	1	1	14	98	1,13
		2	14		
	2	1	14		
		2	14		
	7	1	14		
		2	14		
	4	1	14		
		2			

Tabla 3: *Configuración inversores 1 y 2.*

2.4 SELECCIÓN DE CABLEADOS Y PROTECCIONES CC

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- ✓ Criterio de la caída de tensión.
- ✓ Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento
- ✓ Criterio de la intensidad de cortocircuito.

En nuestro caso, tal y como se ha indicado, nos basaremos en el Criterio de Caída de Tensión, verificando posteriormente que la línea calculada también cumple con los otros dos criterios.
El trazado de los conductores desde las series de módulos fotovoltaicos en cubierta hasta las protecciones de entrada al inversor se **realiza en un sólo tramo directo sin cortes ni empalmes**.
Tal como se describe en la memoria descriptiva, en la parte de corriente continua tendremos un sólo nivel:

NIVEL 1: Es el tramo comprendido entre los strings y los inversores.

2.4.1 CRITERIO DE CAIDA DE TENSION

Con el fin de optimizar el rendimiento de la planta consideraremos una caída de tensión máxima en el total de cableado de 3%. En la parte CC el criterio utilizado es una estimación de caída máxima de tensión de 1%.

Para el cálculo de las secciones por caída de tensión, es preciso hallar la intensidad de corriente que circula por el circuito y con dicho valor desarrollamos:

Sistema de Corrientes Continua:

$$I = Pc / V = (A) \qquad I=V / R$$

$$CDT = (r \times L \times Pc / V \times S) = \text{Voltios (V)}.$$

$$CDT = (\text{Resistividad} \times \text{Longitud} \times \text{Intensidad}) / (\text{Sección}) = \text{Tensión}$$

$$CDT \text{ (unidades formula)} = (((\Omega x mm^2)/m) \times (m) \times (A)) / (mm^2) = (V)$$

En donde:

- Pc = Potencia de Cálculo en Vatios
- L = Largo del conductor en Metros (solo ida)
- CDT = Caída de tensión en Volts.
- r = Resistividad en CC a 25°C. La Resistividad de los diferentes conductores a 25°C son:

Cu = 0.017 m /Ω mm²
Al = 0.028 m / Ω mm²

- I = Corriente del conductor en Amperios
- S = Sección del conductor en mm²
- % CDT=Por ciento de caída de tensión

Para el cálculo de caídas de tensión, se ha considerado la configuracion de 14 módulos. Por lo que al ser las distancias del inversor 1 y del inversor 2 similares, se ha realizado el cálculo de caída de tensión de uno de ellos.

NIVEL 1 – MODULOS A INVERSORES							
SERIES	Impp (A)	Isc (A)	Vmpp Tmáx (V)	Long. (m)	Tipo de Cable	Sección (mm^2)	CDT (%)
14	11,14	11,68	494,76	72	ZZ-F(AS) 1,8kV Cu	6	0,61%
	11,14	11,68	494,76	80	ZZ-F(AS) 1,8kV Cu	6	0,68%
14	11,14	11,68	494,76	90	ZZ-F(AS) 1,8kV Cu	6	0,77%
	11,14	11,68	494,76	98	ZZ-F(AS) 1,8kV Cu	6	0,84%
14	11,14	11,68	494,76	108	ZZ-F(AS) 1,8kV Cu	6	0,92%
	11,14	11,68	494,76	116,5	ZZ-F(AS) 1,8kV Cu	6	0,99%
14	11,14	11,68	494,76	122	ZZ-F(AS) 1,8kV Cu	6	1,04%
	11,14	11,68					

2.4.2 CRITERIO DE INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE

Los cables seleccionados para este tramo, consisten en dos conductores específicos de sección 6 mm^2 para aplicaciones fotovoltaicas, temperatura máxima de trabajo de 90 ºC, y con una capacidad de asilamiento DC de 1800V.

ITC-BT-19 Instalaciones Interiores o Receptoras, y la norma UNE 20460-5-523, Instalaciones Eléctricas en Edificios, definimos la sección de cableado en cuanto a su Intensidad Máxima Admisible.

Según Tabla 1 de Intensidades Admisibles (A) al aire 40°C. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento. De la ITC-BT 19 del REBT.

Los valores serían de 57 y 76 A, muy superior a la de cortocircuito de los módulos, por tanto, cumpliría.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos[3] en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos[3] en montaje superficial o emprotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared[3]					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre[4] Distancia a la pared no inferior a 0,3D[5]						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo[6] Distancia a la pared no inferior a D[5]							3x PVC			3x XLPE o EPR[1]	
G		Cables unipolares separados mínimo D[3]									3x PVC[1]		3x XLPE o EPR

mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
70				149	160	171	188	202	224	244	321
95				180	194	207	230	245	271	296	391
120				208	225	240	267	284	314	348	455
150				236	260	278	310	338	363	404	525
185				268	297	317	354	386	415	464	601
240				315	350	374	419	455	490	552	711
300				360	404	423	484	524	565	640	821

Cobre

2.4.3 CALCULO DE PROTECCIONES CC

Si bien la normativa de protección contra contactos directos e indirectos para instalaciones generadoras solares fotovoltaicos no es clara, es posible establecer, que para tensiones superiores a 75 V, como es la instalación proyectada, se dispondrán de las siguientes protecciones:

- Todos los elementos de la instalación deben tener aisladas las partes activas, colocando barreras o envolventes sobre las mismas, poniendo obstáculos entre las personas y las partes activas o poniendo éstas fuera del alcance de las personas por alejamiento.
- Se debe disponer de señalización de peligro de contactos eléctricos en las cercanías del generador fotovoltaico y en los puntos donde haya riesgo de contactos con las partes activas de la instalación.
- En el caso de las instalaciones eléctricas fotovoltaicas, en las que existe separación galvánica entre el sistema fotovoltaico y la red de alterna, que es el caso de las instalaciones en España, y por tanto de la que nos ocupa, se configura la red de generación en c.c. como flotante o Aislada de Tierra, configuración IT, es decir dejando ambos polos aislados de tierra.
- Esta configuración supone en sí misma, un elevado nivel de protección, ya que en el contacto involuntario de una persona con una parte activa, la corriente que circula a tierra a través suyo es únicamente la corriente capacitiva determinada por la capacidad entre la instalación y tierra, corriente que suele alcanzar muy pocos mA.

- El aislamiento queda reforzado al estar ésta compuesta de elementos de doble aislamiento, también llamada de Clase II.

  Esta medida de protección que de por sí sería suficiente según el REBT, no es recomendable como único sistema de protección contra contactos directos e indirectos, por la dificultad de garantizar que toda la instalación sea de clase II no sólo al principio sino a lo largo de su vida de funcionamiento.
- Por tanto, se recomienda para reforzar el aislamiento usar módulos de Clase II, y que los cables sean unipolares o bipolares de doble aislamiento 1,5 kV así como el resto de los componentes del sistema (cajas, armarios, etc.).
- La propiedad de ser red aislada sólo se puede asegurar si se realiza una vigilancia permanente del aislamiento con un elemento de sensibilidad adecuada, vigilando toda la parte de CC. Se considera un nivel adecuado de vigilancia 100 ohmios/V, es decir para el sistema que nos ocupa la tensión es de 693 V de CC, tensión de circuito abierto a la temperatura de operación mínima, debe actuar la detección si el aislamiento baja de 69,3 kohm. Y según especificaciones del fabricante SMA, la desconexión se realiza con valores más altos, por tanto, cumplen.
- Para la protección más adecuada contra contactos directos e indirectos en la parte de CA de la instalación fotovoltaica es aconsejable configurar esta parte como Puesta el Neutro a Tierra, configuración TT (como suele ser habitual en nuestras redes de BT), y la instalación de un interruptor diferencial que recomienda en cada caso el REBT.

En cuanto a la parte de continua, dejar el sistema de corriente continua aislado de tierra con algún sistema de detección de una primera derivación a tierra, junto con las protecciones y especificaciones técnicas indicadas en el real decreto de aplicación, y el en Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias, proporcionan un adecuado sistema de protección para las instalaciones fotovoltaicas sobre cubiertas.

Caso que se cumple en esta instalación, al disponer los inversores de detector corriente de defecto. Una falta de aislamiento pone automáticamente el sistema a tierra, ya que, primero, se deja de producir corriente alterna, con lo que la anormalidad se hace más evidente y segundo, el poner a tierra el sistema de c.c. en algún punto, disminuye en parte el riesgo de accidente en un posible segundo contacto.

2.5. SELECCIÓN DE CABLEADO Y PROTECCIONES AC

Tendremos dos tramos en la parte de alterna:

- NIVEL 1: Inversor, Cuadro General FV.
- NIVEL 2: Cuadro General FV, Cuadro de cliente - punto de interconexión.

Según lo indicado en la norma española del REBT (ITC-BT-40 Punto 5. Cables de conexión) la caída de tensión máxima para la parte de AC es de 1,5%, siendo este el valor límite máximo permitido sumando las caídas de tensión del nivel 1 y el nivel 2.

2.5.1 NIVEL 1

Para la determinación de la sección del cableado del presente Tramo Nivel 1, se debe considerar que el inversor SUN2000-40KTL-M3 puede conectar cables de hasta 50 mm^2, según manual de instalación del propio fabricante.

Para ello el cableado debe cumplir con:

- ✓ Criterio de la caída de tensión.
- ✓ Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento
- ✓ Criterio de la intensidad de cortocircuito.

En cuanto a la caída de tensión, se atenderá a lo indicado en la norma española del REBT (ITC-BT-40 Punto 5. Cables de conexión) con una caída máxima de 1,5 % para la parte de AC. Indicado en apartado 2.5.1.2 de este documento.

A fin de determinar la intensidad máxima de cálculo se toman dos consideraciones:

- La intensidad nominal de salida del inversor SUN2000-40KTL-M3 será de 63,8 A y potencia nominal de 44 kVA. Como se va a limitar el inversor a 40kW, se ha considerado que la intensidad nominal a efectos de cálculos es 58 A en base a la formula de la potencia en sistemas trifásicos.

- En aplicación de la ITC-BT-40 Punto 5. Cables de conexión, "Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador …"

En consecuencia, tomaremos como Intensidad de dimensionamiento del cableado en la parte de CA de:

58 A x 1,25 = **72,5A**.

En base a esto, se determina la sección en el apartado 2.5.1.2 de este documento.

De manera que, en dichos apartados, se comprueba que la sección queda determinada en el presente caso por la Intensidad Máxima Admisible que es capaz de soportar el conductor.

Eligiendo **cable unipolar de cobre de 4x16 mm^2 RZ1-K AS 0,6/1kV XLPE + TT**

- Intensidad Máxima Admisible: 100 A > 82,4 A **CUMPLE**
- Caída de Tensión: 0,07 %< 1,5 % **CUMPLE**

2.5.1.1 CRITERIO DE CAIDA DE TENSION

Para el presente cálculo se tiene en cuenta que no se supere el máximo permito por el REBT del 1,5%. Se han considerado dos tramos, para ello tomamos en valor máximo del 0,75 % en el nivel 1 que nos ocupa.

Por tanto, en aplicación de la fórmula de caída de tensión en alterna, para una Intensidad Máxima de trabajo de 72,5 A, una distancia también máxima de 2 m, y un porcentaje máximo del 0,75% (3 V), la sección mínima que cumpliría sería de:

$$e = 1{,}732 \times I \left[(L \times \text{Cos}\varphi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)\right] = \text{voltios (V)}$$

Donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.
L = Longitud de Cálculo en metros.
e = Caída de tensión en Voltios.
K = Conductividad.
I = Intensidad en Amperios.
U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
S = Sección del conductor en mm².
Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia. En Corriente continua, cos φ = 1.
n = Nº de conductores por fase.
Xu = Reactancia por unidad de longitud en m^2/m.
S = Sección del conductor en mm^2

$$S = 1{,}732 \times 72{,}5 \times 2 / (44 \times 3 \times 3) = 0{,}63 \text{ mm}^2$$

Esta sección calculada, 0,63 mm^2, es la sección mínima que debemos considerar atendiendo al criterio de caída de tensión.

2.5.1.2 CRITERIO DE INTENSIDAD ADMISIBLE

En aplicación de la ITC-BT-19 Instalaciones Interiores o Receptoras, y la norma UNE HD 60364 – 5 - 52, Instalaciones Eléctricas en Edificios, definimos la sección de cableado en cuanto a su Intensidad Máxima Admisible.

Para ello se definen las condiciones del trazado y tendido del cableado en CA desde la salida de cada uno de los inversores hasta el Cuadro AC general fotovoltaico.

En este caso la distancia más larga estimada es de 2 m, y se pretende un trazado bajo bandeja de hilo con tapa, y junto con las líneas del otro inversor.

Así, cada uno de los circuitos estará junto al otro, por tanto, los tramos serán de 2 circuitos trifásicos equilibrados.

Estas condiciones nos conforman las siguientes restricciones:

- Temperaturas máximas de funcionamiento
- Métodos de instalación.
  - Temperatura ambiente
  - Agrupamiento de varios circuitos.

Temperaturas máximas de funcionamiento

Tabla 52-A
Temperaturas máximas de funcionamiento según los tipos de aislamiento

Tipo de aislamiento	Límite de temperatura (véase nota 1) °C
Poli(cloruro de vinilo) (PVC)	Conductor: 70
Polietileno reticulado (XLPE) y goma o caucho de etileno-propileno (EPR)	Conductor: 90
Mineral (con cubierta de PVC o desnudo y accesible)	Cubierta: 70
Mineral (desnudo e inaccesible y no en contacto con materiales combustibles)	Cubierta: 105 (véase nota 2)

NOTA 1 – Las temperaturas máximas admisibles para los conductores dadas en la tabla 52-A y sobre las que se basan los valores de las tablas 52-C1 a 52-C4 y 52-C9 a 52-C12, han sido tomadas de las Normas IEC 60502: 1983 y IEC 60702: 1981 y se muestran en esas tablas.

NOTA 2 – Cuando un conductor funciona a una temperatura superior a 70 °C, se debe asegurar que los equipos conectados a este conductor son adecuados para la temperatura resultante en la conexión.

NOTA 3 – Para algunos tipos de cable, temperaturas de funcionamiento más elevadas pueden ser admitidas según las temperaturas asignadas del cable, sus terminaciones, las condiciones ambientales y otras influencias externas.

Se elegirá un cableado de tipo XLPE (polietileno reticulado), que en nuestro caso el RZ1-K, que puede soportar temperaturas de funcionamiento de 90º.

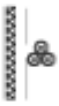
Métodos de instalación

Se diseña con bandeja de hilo o de fondo perforado, asimilable al tipo F (ITC-BT-19 Guía Técnica Punto 2.2.3 Intensidades Máximas Admisibles, Tabla B – Tipos de Instalación de cables no enterrados):

F	-	*Cables unipolares en contacto mutuo [4]. Distancia a la pared no inferior a D [5]*
++)	-	*Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas perforadas en horizontal o vertical*
	-	*Cables unipolares o multiconductores sobre soportes*
	-	*Cables unipolares o multiconductores suspendidos de un cable fiador*

Bajo dicho método las Tablas de la norma UNE HD 60364 – 5 – 52 a considerar para las intensidades máximas admisibles, serán:

Tabla B.52.12 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación E, F y G de la tabla B.52.1 – Aislamiento XLPE/EPR, conductores de cobre – Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente de referencia: 30 °C

Sección nominal del conductor mm²	Métodos de instalación de la tabla B.52.1						
	Cables multipolares		Cables unipolares				
	Dos conductores cargados	Tres conductores cargados	Dos conductores cargados en contacto	Tres conductores cargados al tresbolillo	Tres conductores cargados en plano		
					En contacto	Separados	
						Horizontales	Verticales
							
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	26	23	–	–	–	–	–
2,5	36	32	–	–	–	–	–
4	49	42	–	–	–	–	–
6	63	54	–	–	–	–	–
10	86	75	–	–	–	–	–
16	115	100	–	–	–	–	–
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	–	–	940	823	868	1085	1008
500	–	–	1083	946	998	1253	1169
630	–	–	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362

NOTA 1 Los conductores se suponen circulares para tamaños hasta los 16 mm² inclusive. Los valores para tamaños mayores se refieren a conductores perfilados y pueden ser aplicados con seguridad a conductores circulares.

NOTA 2 D_e es el diámetro externo del cable.

- Temperatura ambiente

Para posibles correcciones dependiendo de una temperatura ambiente de trabajo distinta a 30º considerados en la Tabla anterior, se tiene la siguiente Tabla:

Tabla 52 – D1
Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables al aire libre

Temperatura ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral*	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Se ha considerado adecuada dicha temperatura ambiente, y no empleamos, inicialmente, ningún factor corrector por dicho motivo.

- Agrupamiento de varios circuitos.

Como se detalló anteriormente, se estima el tendido de todos los circuitos de alterna sobre una bandeja, que alojará a los circuitos de los 2 inversores.

Se tienen 2 circuitos en la canalización, siendo el **factor de agrupamiento 0,88** según la siguiente tabla.

Tabla B.52.17 – Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13

Punto	Disposición (En contacto)	Número de circuitos o de cables multipolares												Para usarse con las corrientes admisibles, referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 a B.52.13 Métodos A a F
2	Capa única sobre pared, suelo o sistemas de bandejas de cables sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multipolares			B.52.2 a B.52.7 Método C
3	Capa única fijada directamente bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Capa única sobre sistemas de bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				B.52.8 a B.52.13 Métodos E y F
5	Capa única sobre sistemas de bandejas de escalera, o bridas de amarre, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

NOTA 1 Estos factores se aplican a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.

NOTA 2 Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro total, no es necesario ningún factor de reducción.

NOTA 3 Los mismos factores de corrección se aplican:
- a los grupos de dos o tres cables unipolares;
- a los cables multipolares.

NOTA 4 Si un sistema se compone de cables de dos o tres conductores aislados, se toma el número total de cables como el número de circuitos y se aplica el factor de corrección a las tablas para dos conductores cargados para los cables de dos conductores aislados y a las tablas para tres conductores cargados para los cables de tres conductores aislados.

NOTA 5 Si un agrupamiento está formado por n cables unipolares, puede ser considerado como $n/2$ circuitos de dos conductores cargados o como $n/3$ circuitos de tres conductores cargados.

NOTA 6 Los valores indicados son la media en el rango de las dimensiones de conductores y de los métodos de instalación de las tablas B.52.2 a B.52.13, la precisión general de los valores tabulados está en un ±5%.

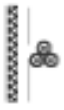
NOTA 7 Para algunas instalaciones y para otros métodos de instalación no contemplados en esta tabla puede ser apropiado utilizar factores calculados para casos específicos, véase por ejemplo las tablas B.52.20 y B.52.21.

Finalmente, para una Intensidad Máxima de Cálculo de 72,5 A, se ha de aplicar un factor de reducción por agrupamiento de varios circuitos de 0,88, lo que nos da la Intensidad Máxima Admisible que debe tener el cable a elegir:

72,5/ 0,88 = **82,4 A**.

Los cables que cumplen con dicha sección, según Tabla siguiente 52.12 para COBRE, método F:

Tabla B.52.12 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación E, F y G de la tabla B.52.1 – Aislamiento XLPE/EPR, conductores de cobre – Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente de referencia: 30 °C

Sección nominal del conductor mm²	Métodos de instalación de la tabla B.52.1						
	Cables multipolares		Cables unipolares				
	Dos conductores cargados	Tres conductores cargados	Dos conductores cargados en contacto	Tres conductores cargados al tresbolillo	Tres conductores cargados en plano		
					En contacto	Separados	
						Horizontales	Verticales
							
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	26	23	–	–	–	–	–
2,5	36	32	–	–	–	–	–
4	49	42	–	–	–	–	–
6	63	54	–	–	–	–	–
10	86	75	–	–	–	–	–
16	115	100	–	–	–	–	–
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	–	–	940	823	868	1085	1008
500	–	–	1083	946	998	1253	1169
630	–	–	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362

NOTA 1 Los conductores se suponen circulares para tamaños hasta los 16 mm² inclusive. Los valores para tamaños mayores se refieren a conductores perfilados y pueden ser aplicados con seguridad a conductores circulares.

NOTA 2 D_e es el diámetro externo del cable.

2.5.2 NIVEL 2

Para la determinación de la sección del cableado desde el Cuadro AC General FV hasta el punto de acceso y conexión del cliente empleamos el mismo método que en el Nivel 1.

Este proyecto, como se ha descrito en apartado anteriores, se diseña con 2 inversores. Por lo que se considera el diseño del nivel 2.

Siendo la intensidad máxima de trabajo en este tramo:

72,5 A x 2 Inversores = **145 A**

De manera que, en los siguientes apartados, se comprueba que la sección queda determinada en el presente caso por la Intensidad Máxima Admisible que es capaz de soportar el conductor.

Eligiendo **cable unipolar Cobre de 4x50 mm²) RZ1-K (AS) 0,6/1kV XLPE + TT**

- Intensidad Máxima Admisible: 230 A > 145 A **CUMPLE**
- Caída de Tensión: 22,20 mm² < 50 mm² **CUMPLE**

2.5.2.1 CRITERIO DE CAIDA DE TENSION

Para el presente cálculo se tiene en cuenta que no se supere el máximo permito por el REBT del 1,5%, y para ello tomamos en valor máximo del 0,75 % en el tramo 2 que nos ocupa, debido a la caída de tensión calculada en el nivel 1.

Por tanto, en aplicación de la fórmula de caída de tensión en alterna, para una Intensidad Máxima de trabajo de 145 A, una distancia también máxima estimada de 35 m, y un porcentaje máximo del 0,75% (3 V), la sección mínima que cumpliría sería de:

$$e = 1{,}732 \times I[(L \times Cos\varphi / k \times S \times n) + (Xu \times L \times Sen\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.
L = Longitud de Cálculo en metros.
e = Caída de tensión en Voltios.
K = Conductividad.
I = Intensidad en Amperios.
U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
S = Sección del conductor en mm².
Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia. En Corriente continua, cos φ = 1.
n = Nº de conductores por fase.
Xu = Reactancia por unidad de longitud en m□/m.
S = Sección del conductor en mm²

$$1{,}732 \times 145 \times 35 / (44 \times 3 \times 3) = 22{,}20 \text{ mm}^2$$

Esta sección calculada, 22,20 mm², es la sección mínima que debemos considerar atendiendo al criterio de caída de tensión.

2.5.2.2 CRITERIO DE INTENSIDAD ADMISIBLE

En aplicación de la ITC-BT-19 Instalaciones Interiores o Receptoras, y la norma UNE HD 60364 – 5 - 52, Instalaciones Eléctricas en Edificios, definimos la sección de cableado en cuanto a su Intensidad Máxima Admisible.

Para ello se definen las condiciones del trazado y tendido del cableado en CA desde la salida del cuadro FV hasta el punto de interconexión con el cuadro del cliente.

Se estima que la distancia será de 35 m. Dado que el punto de interconexión está en la caja de medida y protección y la ubicación de equipos principales se encuentran en la entrada del edificio, el tramo más desfavorable será en canalización subterránea.

Deberá revisarse si es necesario la construcción de una nueva canalización o es posible el uso de existentes.

Estas condiciones nos conforman las siguientes restricciones:

- Temperaturas máximas de funcionamiento
- Métodos de instalación.
  - Temperatura ambiente
  - Agrupamiento de varios circuitos.

Temperaturas máximas de funcionamiento

Tabla 52-A
Temperaturas máximas de funcionamiento según los tipos de aislamiento

Tipo de aislamiento	Límite de temperatura (véase nota 1) °C
Polietileno reticulado (XLPE) y goma o caucho de etileno-propileno (EPR)	Conductor: 90
Mineral (desnudo e inaccesible y no en contacto con materiales combustibles)	Cubierta: 105 (véase nota 2)

NOTA 1 – Las temperaturas máximas admisibles para los conductores dadas en la tabla 52-A y sobre las que se basan los valores de las tablas 52-C1 a 52-C4 y 52-C9 a 52-C12, han sido tomadas de las Normas IEC 60502: 1983 y IEC 60702: 1981 y se muestran en esas tablas.

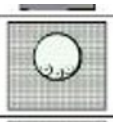
NOTA 2 – Cuando un conductor funciona a una temperatura superior a 70 °C, se debe asegurar que los equipos conectados a este conductor son adecuados para la temperatura resultante en la conexión.

NOTA 3 – Para algunos tipos de cable, temperaturas de funcionamiento más elevadas pueden ser admitidas según las temperaturas asignadas del cable, sus terminaciones, las condiciones ambientales y otras influencias externas.

Se elegirá un cableado de tipo XLPE (polietileno reticulado), que en nuestro caso el RZ1-K, que puede soportar temperaturas de funcionamiento de 90º.

Métodos de instalación

Se elige el tendido en canalización subterránea, asimilable al tipo B1

59		Conductores aislados o cables unipolares en tubo empotrado en mampostería [F]	B1
60		Cable multipolar en tubos empotrado en mampostería [F]	B2
70		Cable multipolar en tubo o en conducto cerrado de sección no circular en el suelo	D1

Bajo dicho método las Tablas de la ITBT 07 a considerar para las intensidades máximas admisibles, serán:

Tabla 5. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente).

SECCIÓN NOMINAL mm²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1cable tripolar o tetrapolar (3)		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

- Temperatura ambiente

Para posibles correcciones dependiendo de una temperatura del terreno, ya que no sabemos este dato, consideramos adecuada 25º la temperatura del terreno, y no empleamos, inicialmente, ningún factor corrector por dicho motivo.

- Agrupamiento de varios circuitos.

Como se detalló anteriormente, se estima el tendido de todos los circuitos de alterna en canalizado subterráneo.

Teniendo en cuenta la tabla 8 de la ITBT 07:

Tabla 8. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares

Separación entre los cables o ternas	Factor de corrección: Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	**0,80**	**0,70**	**0,64**	**0,60**	**0,56**	**0,53**	**0,50**	**0,47**
d= 0,07 m	**0,85**	**0,75**	**0,68**	**0,64**	**0,6**	**0,56**	**0,53**	**0,50**
d= 0,10 m	**0,85**	**0,76**	**0,69**	**0,65**	**0,62**	**0,58**	**0,55**	**0,53**
d= 0,15 m	**0,87**	**0,77**	**0,72**	**0,68**	**0,66**	**0,62**	**0,59**	**0,57**
d= 0,20 m	**0,88**	**0,79**	**0,74**	**0,70**	**0,68**	**0,64**	**0,62**	**0,60**
d= 0,25 m	**0,89**	**0,80**	**0,76**	**0,72**	**0,70**	**0,66**	**0,64**	**0,62**

Se tiene 1 circuito, con 3 cables por fase, siendo el **factor de agrupamiento 0,70** según dicha tabla.

Finalmente, para una Intensidad Máxima de Cálculo de 145 A, se ha de aplicar un factor de reducción por agrupamiento de varios circuitos de 0,70, lo que nos da la Intensidad Máxima Admisible que debe tener el cable a elegir:

145 / 0,7 = **207,14 A**.

Los cables que cumplen con dicha sección, según Tabla anterior 5 para COBRE, de la ITCBT 07:

Tabla 5. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente).

SECCIÓN NOMINAL mm²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1cable tripolar o tetrapolar (3)		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	**EPR**	**PVC**	**XLPE**	**EPR**	**PVC**
6	**72**	**70**	**63**	**66**	**64**	**56**
10	**96**	**94**	**85**	**88**	**85**	**75**
16	**125**	**120**	**110**	**115**	**110**	**97**
25	**160**	**155**	**140**	**150**	**140**	**125**
[illegible]	[illegible]	**185**	**170**	**180**	**175**	**150**
50	**230**	**225**	**200**	**215**	**205**	**180**
[illegible]	[illegible]	**270**	**245**	**260**	**250**	**220**
95	**335**	**325**	**290**	**310**	**305**	**265**
120	**380**	**375**	**335**	**355**	**350**	**305**
150	**425**	**415**	**370**	**400**	**390**	**340**
185	**480**	**470**	**420**	**450**	**440**	**385**
240	**550**	**540**	**485**	**520**	**505**	**445**
300	**620**	**610**	**550**	**590**	**565**	**505**
400	**705**	**690**	**615**	**665**	**645**	**570**
500	**790**	**775**	**685**	-	-	-
630	**885**	**870**	**770**	-	-	-

2.5.3 CALCULO DE PROTECCIONES AC

Se define la instalación de un cuadro de protección fotovoltaico ubicado en al lado de los inversores.

Se compone de los siguientes elementos:

- Protección de sobretensiones SPD tipo II
- Protección de inversores
- Protección general
- Diferencial Tipo A

Protección contra sobretensiones

Los dispositivos de protección contra sobretensiones – o SPD (Sistema de Protección contra Sobretensiones) – equipos que protegen nuestros aparatos de las sobretensiones

El dispositivo de protección contra sobretensiones es un equipo conectado entre L-PE y que tiene una impedancia (Z) elevada para evitar que el funcionamiento del equipo sufra cambios.

Cuando ocurre la sobretensión, la impedancia cae al nivel mínimo, lo que permite la conducción de la corriente generada. El drenaje de la energía de la sobretensión, sin embargo, mantiene una tensión en los polos del dispositivo y si esa tensión es compatible con el nivel de inmunidad y del aislamiento del propio equipo, ello estará protegido.

Existen tres tipos de protecciones SPD: tipo I, tipo II o tipo I+II. Para la instalación propuesta se selecciona tipo II con las siguientes características:

- Protectores con capacidad para derivar a tierra corrientes altas en curva 8/20 µs.
- Nivel de protección (Up) medio.
- ampliamente utilizados porque ofrecen un nivel de protección compatible con la mayoría de los equipos que se conectan a la red de alimentación.
- Los protectores Tipo 2 deben instalarse siempre aguas abajo de los protectores Tipo 1 en todas las instalaciones con protección externa, en el cuadro de baja tensión. Su instalación en cabecera será suficiente cuando no exista protección externa.

Por tanto, se instalarán SPD de tipo II en el cuadro FV.

Protección inversores

Se define como protección un interruptor tetrapolar a la salida de los inversores en AC. Se instalará protecciones magnetotérmicas y diferenciales por cada uno de los inversores.

Se diseñan las protecciones teniendo en cuenta las intensidades máximas admisibles de los cables calculadas en los anteriores apartados y las intensidades nominales de la instalación, del inversor en este caso.

Para el nivel 1 se ha considerado cable de 16 mm^2, cuya intensidad máxima admisible es 100 A y la de diseño de 72,5 A.

La protección seleccionada debe estar en ambos valores, siendo:

A. Tipo: magnetotérmico:
   - Icc: 10 kA (@400V) (Se debe corroborar con instalación existente)
   - In: 80 A
   - Calibre: 16 mm2
   - Fases: 3F+N
   - Curva tipo C

B. Tipo: Diferencial:
   - IΔn = 300 mA
   - In = 80 A
   - Fases: 3F+N

Protección general:

Para la protección general, se instalará un magnetotérmico con relé diferencial en el cuadro del cliente y un seccionador de cabecera en el cuadro fotovoltaico; protegiendo la instalación aguas abajo.

Se diseñan las protecciones teniendo en cuenta las intensidades máximas admisibles de los cables calculadas en los anteriores apartados y las intensidades nominales de la instalación.

Para el nivel 2 se ha considerado cable de 3x50 mm^2, cuya intensidad máxima admisible es 230 A y la de diseño de 145 A. La protección seleccionada debe estar en ambos valores, siendo:

- Tipo: magnetotérmico con relé diferencial
- Icc: 25 kA (@400V) (Se debe corroborar con instalación existente)
- In: 160 A regulable
- Calibre: 50 mm^2
- Fases: 3F+N
- Curva tipo C

La interconexión se realiza en la caja de protección y medida.

2.6 CANALIZACIONES

Para los distintos niveles de cableado se han seleccionado bandejas que más se adecuan al diseño de la planta.

2.6.1 CANALIZACIONES CC

Para las canalizaciones del cableado que une los módulos con los inversores, se ha escogido el siguiente tipo de canalizaciones:

- BANDEJA DE HILO: 100x60mm y 200x60 mm

Se calculan dichas canalizaciones en función de la ocupación máxima del cableado y la ocupación máxima recomendable según REBT, ITC-BT – 20.

Conductores y cables		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Conductores desnudos		–	–	–	–	–	–	+	–
Conductores aislados		–	–	+	*	+	–	+	–
Cables con cubierta	Multipolares	+	+	+	+	+	+	0	+
	Unipolares	0	+	+	+	+	+	0	+

+: Admitido

–: No admitido

0: No aplicable o no utilizado en la práctica

*: Se admiten conductores aislados si la tapa sólo puede abrirse con un útil o con una acción manual importante y la canal es IP 4X o IP XXD

Situaciones		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Huecos de la construcción	accesibles	+	+	+	+	+	+	–	0
	no accesibles	+	0	+	0	+	0	–	–
Canal de obra		+	+	+	+	+	+	-	–
Enterrados		+	0	+	–	+	0	–	–
Empotrados en estructuras		+	+	+	+	+	0	–	–
En montaje superficial		–	+	+	+	+	+	+	–
Aéreo		–	–	( )	+	–	+	+	+

+: Admitido

–: No admitido

0: No aplicable o no utilizado en la práctica

(*): No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida

$$SEC = [K*(100+e)/100]*\Sigma n$$

Dónde:

SEC = Sección mínima útil en mm^2 de la bandeja.

K = Coeficiente de apilamiento de los cables.
e = Reserva de espacio en % para futuras ampliaciones. (mínimo un 20%)
∑n = Sumatoria de las secciones de los cables a instalar en la bandeja (Sección cable 6mm x (116 + 30) conductores + TT). Se consideran 146 conductores + TT teniendo en cuenta la Fase 1 y Fase 2 de construcción.

Según la ficha técnica del cable solar con un diámetro (incluido aislante) de 6,6 mm se obtiene una sección de 34,21 mm^2 más el conductor de 6 mm^2 de cobre desnudo de puesta a tierra hace una ocupación total de 5.028,87 mm^2.

$$SEC = [1,4*(100+20)/100] * 5.028,87 = 8.448,5\ mm^2$$

Esta sección es la máxima necesaria para el tramo más desfavorable, que será el tramo que llega a los inversores, aunando todos los cables.

Por tanto, las secciones seleccionadas cumplen:

- Bandeja de 100x60; con una sección de 6.000 mm^2 (*)
- Bandeja de 200x60; con una sección de 12.000 mm^2

$$8.448,5\ mm^2 < 12.000\ mm^2$$ **CUMPLE**

(*) La bandeja de 100x60 se podrá instalar en los tramos de hasta 100 cables, es decir, 50 series.

2.6.2 CANALIZACIONES AC

2.6.2.1 CANALIZACIONES AC – NIVEL 1

Para las canalizaciones del cableado del nivel 1, es decir, de los inversores al cuadro, se ha escogido el siguiente tipo de canalizaciones:

- BANDEJA DE HILO: 200x60 mm

Se calculan dichas canalizaciones en función de la ocupación máxima del cableado y la ocupación máxima recomendable según REBT, ITC-BT – 20.

$$SEC = [K*(100+e)/100]*\Sigma n$$

Dónde:

SEC = Sección mínima útil en mm^2 de la bandeja.
K = Coeficiente de apilamiento de los cables.
e = Reserva de espacio en % para futuras ampliaciones. (mínimo un 20%)
∑n = Sumatoria de las secciones de los cables a instalar en la bandeja (Sección cable 16 mm^2 x 8 conductores + 2 conductores TT). Se consideran 8 conductores + 2 TT teniendo en cuenta la Fase 1 y Fase 2 de construcción, el tramo más desfavorable.

Según la ficha técnica del cable con un diámetro (incluido aislante) de 9,7 mm se obtiene una sección por cable de 73,86 mm^2.

Para el tramo más desfavorable, es decir, 8 conductores + 2 conductores de tierra, hace una ocupación total de 738,60 mm^2.

$$SEC = [1,4*(100+20)/100]*738,60 = 1.240,85 \text{ mm}^2$$

Por tanto, las secciones seleccionadas cumplen:

- Bandeja de 200x60; con una sección de 12.000 mm^2

$$1.240,85 \text{ mm}^2 < 12.000 \text{ mm}^2 \textbf{ CUMPLE}$$

2.6.2.2 CANALIZACIONES AC – NIVEL 2

Para el nivel 2, el cableado discurrirá por varios tipos de canalizaciones. Para llegar a la caja de protección y medida, deberá llegar por canalización subterránea y canalización aérea.

Para la canalización aérea, se selecciona bandeja de hilo de 300x60.
Para la canalización subterránea se debe revisar la existencia en sitio.

Se calculan dichas canalizaciones en función de la ocupación máxima del cableado y la ocupación máxima recomendable según REBT, ITC-BT – 20.

$$SEC = [K*(100+e)/100]*\Sigma n$$

Dónde:

SEC = Sección mínima útil en mm^2 de la bandeja.
K = Coeficiente de apilamiento de los cables.
e = Reserva de espacio en % para futuras ampliaciones. (mínimo un 20%)
∑n = Sumatoria de las secciones de los cables a instalar en la bandeja (Sección cable 50mm^2 + TT).

Según la ficha técnica del cable con un diámetro (incluido aislante) de 14,1 mm se obtiene una sección de 156,07 mm^2 más el conductor de puesta a tierra.

Para el tramo más desfavorable, es decir, 4 conductores + tierra, hace una ocupación total de 780,35 mm^2.

$$SEC = [1,4*(100+20)/100]* 780,35 = 1.310,99 \text{ mm}^2$$

Por tanto, las secciones seleccionadas cumplen:

- Bandeja de 300x60; con una sección de 180.000 mm^2

$$1.310,99 \text{ mm}^2 < 180.000 \text{ mm}^2 \textbf{ CUMPLE}$$

Para la canalización subterránea se debe revisar la existencia en sitio teniendo en cuenta la tabla 9 de la ITC-BT-21.

Tabla 9. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm^2)	**Diámetro exterior de los tubos (mm)**				
	Número de conductores				
	≤ 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

2.7 RED DE TIERRAS

La GUÍA-BT-18 (Guía técnica de aplicación: Protecciones) del Ministerio de Industria y Turismo expone que:

1.OBJETO. Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supones una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Cuando otras instrucciones técnicas prescriban como obligatoria la puesta a tierra de algún elemento o parte de la instalación, dichas puestas a tierra se regirán por el contenido de la presente instrucción.

2. PUESTA O CONEXIÓN A TIERRA. DEFINICIÓN. La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

3. UNIONES A TIERRA. Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.
La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- *El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.*
- *Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro,*
  particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- *La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.*
- *Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.*

La ITC-BT-26 aplicable a viviendas, locales comerciales, oficinas y otros locales con usos análogos, exige que la toma de tierra se realice en forma de anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio al que se conectan, en su caso, los electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. En otros casos no

contemplados en la ITC-BT-26, se recomienda también utilizar esta disposición constructiva.

Producto	Norma de aplicación
Picas cilíndricas de acero-cobre	UNE 21056 UNE 202006
Conductor de cobre desnudo (clase 2)	UNE 21022 UNE-EN 60228

3.4 Conductores de protección. Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.
En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.
En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- *al neutro de la red*
- *a un relé de protección.*

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm^2)	*Sección mínima de los conductores de protección S_n (mm^2)*
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

Los valores de la tabla 2 solo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la tabla 2.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- *2,5 mm^2, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.*
- *4 mm^2, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.*

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

2.7.1 RED DE TIERRAS CC

Para la red de tierras CC se tendrá en cuenta el criterio de la tabla 2. Que dice:

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm^2)	*Sección mínima de los conductores de protección S_n (mm^2)*
S ≤ 16	*S_p = S*
16 < S ≤ 35	*S_p = 16*
S > 35	*S_p = S/2*

Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.

Por lo tanto, el cable de tierra de CC tendrá la misma sección que el cable conductor que va de los módulos al inversor:

S = Sn = 6mm²

2.7.2 RED DE TIERRAS AC

2.7.2.1 RED DE TIERRAS NIVEL 1 AC

Para la red de tierras del Nivel 1 AC se tendrá en cuenta el criterio de la tabla 2. Que dice:

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm^2)	*Sección mínima de los conductores de protección S_n (mm^2)*
S ≤ 16	*S_p = S*
16 < S ≤ 35	*S_p = 16*
S > 35	*S_p = S/2*

Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.

Por lo tanto, el cable de tierra del Nivel 1 AC al tener una sección de 16 mm^2 el cable de tierra tendrá una sección de Sn = 16mm^2

2.7.2.2 RED DE TIERRAS NIVEL 2 AC

Para la red de tierras del Nivel 2 AC se tendrá en cuenta el criterio de la tabla 2. Que dice:

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm^2)	*Sección mínima de los conductores de protección S_n (mm^2)*
$S \leq 16$	*$S_p = S$*
$16 < S \leq 35$	*$S_p = 16$*
$S > 35$	*$S_p = S/2$*

Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.

Por lo tanto, el cable de tierra del Nivel 2 AC al tener una sección de 50 mm^2 el cable de tierra tendrá una sección de Sn = 25mm^2.

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. CONDICIONES GENERALES

3.1.1. OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

Se considerarán sujetas a las condiciones de este pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme la propuesta que formule el Ingeniero Director de Obra.

3.1.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entrega al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliegos de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluye en el presente Proyecto.

Los datos y las marcas comerciales incluidas en la Memoria y Anexos, así como la justificación de precios tiene carácter meramente informativo.

Cualquier cambio de planteamiento de la obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

3.1.3. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

3.2. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

3.2.1. REPLANTEO

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director, auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las señales y referencias que se dejen en el local como consecuencia del replanteo.

3.2.2. CIMENTACIÓN

Se refiere el presente artículo al hormigón o bloques necesarios para la construcción de las vigas o bloques de hormigón de sujeción de la estructura metálica a la cubierta plana.

Los materiales y ejecución de la cimentación cumplirán lo establecido en el Código Técnico de la Edificación en el DB SE, acciones en la edificación.

3.2.3. ESTRUCTURA METÁLICA

Se refiere el presente artículo a las condiciones de funcionalidad y calidad que han de reunir los materiales y equipos relacionados con la ejecución y montaje de soportes, correas, vigas contraviento etc. necesarios para el montaje de la estructura metálica.

Los materiales y ejecución de la estructura metálica, cumplirán lo establecido en el Código técnico de la Edificación en el DB SE, acciones en la edificación.

Asimismo, regula el presente artículo las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento.

3.2.4. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

Se refiere el presente artículo a la instalación de conexión de baja tensión entre el inversor y el punto de conexión en baja tensión, incluyendo conductores, protecciones, canalización, etc.

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica de baja tensión cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Normas BT.

3.2.5. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Se refiere el presente artículo a las instalaciones de placas fotovoltaicas, inversor, monitorización, protecciones de corriente continua, etc.

Se adoptan las condiciones relativas a funcionalidad y calidad de materiales, control, seguridad en el trabajo, pruebas de servicio, medición, valoración y mantenimiento, establecidas en las normas:

- CTE DB HE y REBT

Los materiales deberán cumplir al menos las siguientes características:

PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS:

- 12 años de garantía de producto.
- Configuración de media celda.
- Panel monocristalino
- Reducción de efecto sombra en la generación de energía.
- Menor riesgo de hot-spot.

ESTRUCTURA:

- Fabricante Europeo.
- 20 años de garantía en cualquier condición atmosférica (incluso junto al mar).
- Fabricación con Acero Magnelis ZM310.
- Máxima facilidad de montaje.
- Garantía de estanqueidad en climas húmedos.

INVERSORES SOLARES:

- Compatible cables AC de Al y Cu.
- Tensión de entrada FV hasta 1100vdc.
- Rango MPPT 200-1000vdc.
- Protección de sobretensiones en DC y AC de tipo 1+2.
- Función de extinción de Arco (ACFI).
- Función de recuperación de PID.
- Grado de protección IP66.
- Grado de protección anticorrosión C5.
- Compensación de Q durante la noche.

3.2.6. OBRAS O INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular.

3.3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL

3.3.1. BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental de estas Condiciones Generales de Índole Económica, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y condiciones generales particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

3.3.2. GARANTÍAS

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato, dichas referencias, si le son pedidas las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

3.3.3. FIANZAS

No se podrá exigir al Contratista ninguna fianza para las obras adjudicadas.

EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES

3.3.4. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Adjudicatario formulará por escrito, bajo firma, el precio, que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse. Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo no se hubiese aportado el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y al concluirla a satisfacción de este.

3.3.5. RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato no hubiese hecho la, reclamación u observación oportuna, no podrán bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

3.3.6. REVISIÓN DE PRECIOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dada la variada continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos materiales, transportes, etc., que el Contratista desea como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el

Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrá en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc., adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de materiales, transporte, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constructivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

3.3.7. ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO

Al fijarse los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, sin tener en cuenta impuestos, los cuales correrán a cargo del promotor.

EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

3.3.8. VALORACIÓN DE LA OBRA

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial.

3.3.9. MEDIDAS PARCIALES Y FINALES

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

3.3.10. VALORACIÓN DE LAS OBRAS INCOMPLETAS

Cuando por consecuencia de rescisión y otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

3.3.11. PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos prestamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

3.3.12. SUSPENSIÓN POR RETRASO EN LOS PAGOS

El Contratista, alegando retraso en los pagos, podrá suspender trabajos o ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

3.3.13. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO EN LOS TRABAJOS

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

3.3.14. INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

1. Los incendios causados por electricidad y atmosférica.
2. Los daños producidos por terremotos y maremotos.
3. Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
4. Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra, en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

EPÍGRAFE V: VARIOS

3.3.15. MEJORA DE OBRAS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

3.4. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

3.4.1. JURISDICCIÓN

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la contrata.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto). El Contratista se obliga a lo establecido en la ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado de la obra.
Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación está emplazada.

3.4.2. ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS

En caso de accidentes ocurridos en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atendrá a lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto. El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

3.4.3. PAGO DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo del promotor, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

3.4.4. CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del Contratista.

2. La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo la obra, bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

3. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

a) La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso, siempre que la valoración del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente, en más o menos del 10 por 100, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.

b) La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos, del 40 por 100, como mínimo de las unidades del proyecto modificadas.

4. La suspensión de la obra comenzada y en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación.

5. La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

6. El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.

7. El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

RAFAEL ZABALA BALENCIAGA
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4118 del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia

DEMETRIO LOPEZ SANCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial

JAVIER FERRON MORLAN
Ingeniera en Energías Renovables

En Amorebieta, a 28 de abril de 2022

4. PRESUPUESTO

INSTALACIÓN FOTOVOLTÁICA AUTOCONSUMO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	PRECIO/U	IMPORTE
CAPITULO 01 **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**				
01.01	**Módulo solar fotovoltaico 460 Wp**			
	Suministro de módulo fotovoltaico JA SOLAR PANEL FV para conexión a red de 460 Wp, de 132 células MONOCRISTALINO o similar.			
		196	214,02 €	41.948,53
01.02	**Inversor trifásico**			
	Suministro de inversor trifásico de 40 kW, HUAWEI SUN2000 40 KTL 400V o similar.			
		2	3.764,05 €	7.528,09
01.03	**Estructura**			
	Suministro de estructura para cubierta de chapa grecada con 20 años de garantía, modelo CLICKFIT EVO o similar.			
		1	10.115,69	10.115,69
01.05	**instalación CC**			
	Instalación eléctrica CC, incluyendo Cableado eléctrico específico de instalaciones solares fotovoltaicas para la conexión de los módulos solares con los inversores (DC), Bandeja de hilo GC con Tapa desde el campo solar hasta la sala de inversores, incluyendo accesorios de tierra			
		1	6.540,89	6.540,89
01.06	**instalación CA**			
	Instalación eléctrica CA, incluyendo cuadro de protección CA, cableados y canalizaciones desde los inversores hasta la CGPM			-
		1	**6.889,49**	6.889,49
01.07	**Interconexión**			
	Suministro e instalación de CGPM según requisitos de Cía Electrica para medida indirecta de más 45 KW, incluyendo contador bidireccional, transformadores de intensidad, fusibles, moden, y otros accesorios			
		1	2.604,00	2.604,00

01.08	**Monitorización**			
	Conjunto de accesorios para la comunicación de los inversores (transformadores de intensidad, contador digital, transformadores sumadores, fibra óptica, conversores a RS485…etc)			
		1	1.405,45	1.405,45
01.09	**ingeniería y Legalización**			
	Incluye gestiones para la solicitud de punto de conexión, legalización en industria incluyendo OCA y ayudas para creación del autoconsumo compartido. Elaboración e implatación del Plan de Seguridad, Gestión de Residuos			
		1		4.866,67
TOTAL CAPITULO INSTALACIÓN FOTOVOLTÁICA				**81.977,21 €**

RAFAEL ZABALA BALENCIAGA
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4118 del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia

DEMETRIO LOPEZ SANCHEZ
Ineniero Técnico Industrial

JAVIER FERRON MORLAN
Ingeniera en Energías Renovables

En Amorebieta, a 28 de abril de 2022

5. PLANOS

A continuación, se listan los planos anexados:

- 001 Localización
- 002 Ubicación
- 003 Master layout
- 004 Conexionado de Series
- 005 Ubicación de equipos
- 006 Diagrama unifilar fotovoltaico
- 007 Diagrama unifilar interconexión
- 008 Estructura
- 009 módulos
- 010 Inversores

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio Básico, las lleven a efecto en las condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que prescribe el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, y el resto de la normativa complementaria y de aplicación.

6.2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El presente Estudio de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de "PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 90,16kWp", cuyos datos generales son:

- **Municipio**: Alegría Dulantzi (Álava)
- **Promotor**: Ayuntamiento Alegria Dulantzi
- **Ingenieria:** OZASAN Gestión Global de Renovables
- **Autores del proyecto** Rafael Zabala Balenciaga, Demetrio Lopez Sanchez, Javier Ferron Morlan
- **Plazo de ejecución** 1 mes
- **Redactor del Estudio Básico de Seguridad y Salud** Demetrio López Sánchez

6.3. JUSTIFICACIÓN ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 450.000 €.

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente. La duración estimada para las obras es de 20 días laborales, no estando previsto el empleo simultáneo de más de veinte trabajadores.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500. El volumen de mano de obra estimada para el total de los trabajadores no es superior a 500 jornadas.

d) No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas. Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997 se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

6.4. DATOS GENERALES DE OBRA

6.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra se ejecutará en el municipio de Alegría-Dulantzi, concretamente en el edificio del Colegio Dulantzi de dicha localidad. La instalación solar fotovoltaica que se pretende construir se desarrollará en la cubierta del edificio en cuestión. El acceso a la cubierta donde se realizará la obra se realizará a través de maquinaria de elevación o escaleras interiores.

6.4.2. INTERFERENCIAS CON SERVICIOS

Las interferencias con servicios de todo tipo son causa frecuente de accidentes, por ello se considera muy importante detectar su existencia y localización, con el fin de poder evaluar y delimitar claramente los diversos riesgos. Los servicios afectados de cuya existencia tengamos noticias serán correctamente ubicados y señalizados, desviándose los mismos, si ello es posible; pero en aquellas ocasiones en que sea necesario trabajar sin dejar de dar determinado servicio, se adoptarán otras medidas preventivas reflejadas en este estudio de seguridad y salud. En la realización de las obras, no será necesario el corte del acceso de vehículos y de peatones al edificio. Para las instalaciones de enlace, conexión en cuadro de contador actual, etc. que sí precise el corte de los mismos, se procederá mediante soluciones provisionales debidamente señalizadas.
Las interferencias detectadas son:

• Canalizaciones eléctricas

6.4.3. FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA

A continuación, se indican las principales fases de obra:

• **Actuaciones previas**
Se consideran las actuaciones previas al inicio de la obra, como las acometidas de electricidad y agua, colocación de señales de obra, vallado del recinto, instalación de casetas provisionales en su caso, etc. También se incluye el replanteo de la obra y el acopio de materiales.

• **Estructura metálica**
Se considera estructura metálica al montaje de la estructura prefabricada de aluminio, así como los elementos necesarios para la fijación de los paneles fotovoltaicos a la cubierta, como soportes, vigas, barras contraviento, etc.

• **Instalación de paneles fotovoltaicos**
Se consideran como trabajos de instalación de paneles fotovoltaicos, a la fijación de los mismos, a la estructura, así como a la conexión eléctrica de estos para el correcto funcionamiento de la instalación.

• **Instalación eléctrica**
Se consideran trabajos de electricidad a la instalación de los circuitos, mecanismos, elementos de corte y seguridad necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

6.4.4. MAQUINARIA PREVISTA EN LA OBRA

La maquinaria que se empleará en la ejecución de la obra, será la siguiente:

- Camión grúa
- Taladro portátil
- Sierra radial eléctrica
- Herramientas manuales

6.4.5. MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS EN LA OBRA

Los medios auxiliares que se emplearán en la ejecución de la obra, serán los siguientes:

- Plataforma elevadora

6.5. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RIEGOS LABORALES

Diariamente, al inicio de los trabajos, se revisarán todos los medios de protección colectiva, reparando o reponiendo los que se encuentren deteriorados. Así mismo, cuando se entreguen los equipos de protección individual a los trabajadores de la obra, se le entregaran también unas normas de actuación durante su estancia en la obra, indicando la obligatoriedad del uso de los EPIS.

6.5.1. ANALISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR FASES/ACTIVIDADES DE OBRA

La secuencia de trabajos será la siguiente:

Actuaciones previas > estructura metálica para fijación de los paneles > instalación paneles fotovoltaicos > instalación eléctrica

A continuación, se identifican y analizan los riesgos por fases de obra:

a) <u>Fase de obra: Actuaciones previas</u>

- **Riesgos y causas:**
  - Atropellos originados por maquinaria.
  - Vuelcos o deslizamientos de vehículos.
  - Caídas en el mismo nivel.
  - Generación de polvo.
  - Desplome del material acopiado.
  - Aplastamiento de articulaciones.
  - Sobreesfuerzos.

- **Equipos de protección colectiva:**

  - Señalización.
  - Vallado de la obra.
  - Tapado de zanjas de acometidas por medio de tablas de madera.

- **Equipos de protección individual:**

  - Guantes de uso general.
  - Botas de seguridad.
  - Casco homologado.
  - Chaleco reflectante.

- **Medidas preventivas:**

  Se realizará un reconocimiento del terreno comprobando que no existe ningún riesgo que no esté previsto en este estudio básico de seguridad y salud. Se realizará el vallado de la obra, para impedir la entrada a la misma, dejando puertas para los accesos peatonales y de vehículos de obra, permitiendo la circulación de peatones. Se observarán las instalaciones existentes para confirmar la existencia de instalaciones enterradas en la obra. En cada fase de obra se colocarán las señales de obra necesarias, existiendo una coordinación entre ellas y la actividad a desarrollar.

  Se comprobará que existen los siguientes documentos:

  - ✓ Plan de seguridad y salud, aprobado y visado por el coordinador de seguridad y salud en fase de obra.
  - ✓ 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.

b) <u>Fase de obra: Estructura metálica para fijación de los paneles</u>

- **Riesgos y causas:**

  - Caídas al mismo o distinto nivel.
  - Golpes o cortes con objetos o máquinas.
  - Proyección de objetos.
  - Ruido.
  - Pisada sobre objetos punzantes.
  - Caída de objetos o máquinas.
  - Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.
  - Contactos eléctricos directos por mala conservación de máquinas eléctricas.

- **Equipos de protección colectiva:**

  - Utilizar maquinaria con marcado CE provistas de todos los elementos de seguridad necesarios.
  - Iluminación adecuada.

- Señalización.
- Barandilla de protección de perímetros de cubiertas, compuesta por guarda cuerpos metálicos cada 2,5 m.

- **Equipos de protección individual:**

  - Guantes de uso general.
  - Botas de seguridad.
  - Casco homologado.
  - Gafas protectoras de ojos y cara.
  - Protecciones auditivas contra el ruido.
  - Cinturón portaherramientas.
  - Cinturones de sujeción o anticaídas de altura.
  - Línea horizontal de seguridad.
  - Traje impermeable material plástico sintético.
  - Guantes y manoplas de material aislante.
  - Casco aislante.
  - Ropa aislante.
  - Botas de seguridad aislantes.

- **Medidas preventivas:**

  - La iluminación mediante portátiles, se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.
  - La energía eléctrica los alimentará a 24V.
  - Las zonas de trabajo han de tener una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo en torno a los dos metros.
  - Estará prohibido el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin utilizar las clavijas macho-hembra.
  - Estará prohibido el trabajo en un nivel inferior al del tajo.

c) Fase de obra: Instalación de paneles fotovoltaicos

- **Riesgos y causas**

  - Piso resbaladizo
  - Corrientes de aire
  - Exposición a condiciones meteorológicas adversas como frio, calor intenso, exposición a la intemperie.
  - Caídas al mismo o distinto nivel
  - Caída de objetos o máquinas
  - Golpes o cortes con objetos o máquinas.
  - Proyección de objetos.
  - Pisada sobre objetos punzantes.
  - Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.
  - Contactos eléctricos directos por mala conservación de máquinas eléctricas.
  - Contactos eléctricos indirectos.

- **Equipos de protección colectiva:**

  - Señalización.
  - Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guarda cuerpos metálicos cada 2,5 m.

- Red vertical de seguridad de malla de poliamida de 10x10 cm de paso, anudada con cuerda D=3 mm en módulos de 10x5 m.

- **Equipos de protección individual:**

  - Guantes de uso general.
  - Botas de seguridad.
  - Casco homologado.
  - Gafas protectoras de ojos y cara.
  - Protecciones auditivas contra el ruido.
  - Cinturón portaherramientas.
  - Cinturones de sujeción o anticaídas de altura.
  - Línea horizontal de seguridad.
  - Traje impermeable material plástico sintético.
  - Guantes y manoplas de material aislante.
  - Casco aislante.
  - Ropa aislante.
  - Botas de seguridad aislantes.

- **Medidas preventivas:**

  - Como primera medida a ejecutar, se ejecutarán los petos y recercados de los huecos que existan.

  - El acceso a planos inclinados se hará por huecos en el suelo de dimensiones nunca inferiores a 50x70 cm, con escaleras de mano que sobrepasen en un metro la altura a salvar.

  - La comunicación y circulaciones necesarias sobre la cubierta inclinada se resolverán con pasarelas emplintadas inferiormente para que absorbiendo la pendiente queden horizontales.

  - La escalera se apoyará en la cota horizontal más elevada del hueco a pasar, para reducir, sensaciones de vértigo.

  - Las plataformas de izado, serán gobernadas para su recepción mediante cabos, no con las manos.

  - Los paneles se acopiarán repartidas por los faldones para evitar sobrecargas.
    Se mantendrán instalados los andamios metálicos apoyados de construcción del cerramiento.
  - Se paralizarán todos los trabajos sobre cubiertas cuando existan vientos superiores a 60 km/h, lluvia, helada y nieve.

  - Estará prohibida la circulación bajo cargas suspendidas. Los huecos del forjado horizontal, permanecerán tapados con madera clavada durante la construcción de los tabiquillos de formación de las pendientes de los tableros.

  Además de lo anterior se comprobará que:

  ✓ Que los operarios tienen los EPIS correspondientes para la realización de las tareas, y que vienen definidos en el Plan de Seguridad y Salud.

- ✓ Que utilicen correctamente los EPIS, definidos anteriormente.
- ✓ Que el estado de anclaje de las líneas de vida está en servicio.
- ✓ Que se mantiene la limpieza y el orden en la obra.
- ✓ Que los operarios que realizan el trabajo son cualificados para esta tarea.
- ✓ Que en los bordes de los forjados se colocan redes de seguridad.
- ✓ Que se paralicen los trabajos con vientos superiores a 60 km/h (lluvia, heladas ó nieve).
- ✓ Que no se acopia el material al borde del forjado.
- ✓ Que la iluminación en el tajo es la apropiada.
- ✓ Que no permanecen operarios en las zonas de circulación bajo cargas suspendidas.
- ✓ Que se guarda la distancia de seguridad con líneas eléctricas aéreas.
- ✓ Que en los trabajos en altura en los que no haya protección suficiente, los operarios llevan el arnés de seguridad para el que se habrán previsto puntos fijos de enganche en la estructura con la necesaria resistencia.

d) Fase de obra: Instalación eléctrica

- **Riesgos y causas:**
  - Caídas al mismo o distinto nivel.
  - Golpes, cortes o atrapamientos con objetos o máquinas.
  - Contactos eléctricos directos.
  - Contactos eléctricos indirectos.
  - Cortocircuitos y arco eléctrico.

- **Equipos de protección individual:**
  - Guantes y manoplas de material aislante.
  - Casco aislante.
  - Ropa aislante.
  - Botas de seguridad aislantes.

- **Medidas preventivas:**

  Trabajos sin tensión:

  Antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario un paso previo: la identificación de la zona y de los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo. Esta identificación forma parte de la planificación del trabajo. En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes existentes, se recomienda diseñar procedimientos por escrito, para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión.

  A continuación, se desarrollará el proceso en cinco etapas mediante el cual se suprime la tensión de la instalación donde se van a realizar los «trabajos sin tensión», conocido habitualmente como «las cinco reglas de oro»:

1ª Desconectar.

2ª Prevenir cualquier posible realimentación.

3ª Verificar la ausencia de tensión.

4ª Poner a tierra y en cortocircuito.

5ª Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Reposición de la tensión:

En general, para restablecer la tensión se seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión:

1) Retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.

2) Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito, empezando por retirar las pinzas de los elementos más próximos y al final la pinza de la puesta a tierra.

3) Desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.

4) Cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas. En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

• Notificación previa a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.

• Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.

• Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.

• Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.

• Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

Trabajos con tensión:

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, y que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Principales precauciones que deberán ser adoptadas:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable, y vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.).
- Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

  a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.

  b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).

  c) Las pértigas aislantes.

  d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).

  e) Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

  Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta:

  - Las características del trabajo y de los trabajadores.
  - La tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

Los trabajadores dispondrán de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad

adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión, o puedan interferir en los trabajos, provocar distracciones, sobresaltos, etc.

En la realización de trabajos al aire libre se deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuerte, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas se interrumpirán en caso de tormenta.

La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión:

- No será necesario que la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo portafusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquel ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.

- Se realizará mediante el uso del útil normalizado adecuado a cada tipo de fusible, queda prohibido expresamente el uso de alicates para tal cometido.

- Se procurará, en la medida de lo posible, realizar "sin carga" o con la menor carga posible, para evitar la producción de arcos eléctricos.

Se recomienda, durante los trabajos en tensión, no hablar por teléfono, ni portar móviles que pudieran "sorprender" al activarse, al trabajador durante la realización de los mismos.

De los EPI's necesarios durante los trabajos en tensión en baja tensión, destacan, los guantes dieléctricos, que deben cumplir una serie de requisitos:

a) Marcas obligatorias:

   - Símbolo (doble triángulo).
   - Nombre, marca registrada o identificación del fabricante.
   - Categoría, si procede.
   - Talla.
   - Clase.
   - Mes y año de fabricación.
   - Marca.

b) Cada guante deberá llevar alguno de los siguientes sistemas:

- Una banda rectangular, o una banda sobre la que puedan perforarse agujeros, o bien, otra marca cualquiera apropiada que permita conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.

c) Recomendaciones para la utilización de los guantes: para la correcta utilización de los guantes se tendrán presentes las indicaciones del fabricante.

A título orientativo se pueden señalar las siguientes:

Almacenamiento

Los guantes se deben almacenar en su embalaje. Se tendrá cuidado de que los guantes no se aplasten, ni doblen, ni se coloquen en las proximidades de radiadores u otras fuentes de calor artificial o se expongan directamente a los rayos del sol, a la luz artificial o a fuentes de ozono.

6.5.2. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR MAQUINARIA UTILIZADA EN OBRA

a) CAMIÓN GRUA

Riesgos y causas:

- Accidentes en trayecto hacia el punto de trabajo.
- Vuelco del camión-grúa.
- Atrapamientos por útiles o transmisiones.
- Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.
- Corrimientos de tierra inducidos en excavaciones próximas.
- Aplastamiento por caída de carga suspendida.
- Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas.
- Incendios por sobretensión.
- Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga a paramentos.

Medidas preventivas:

- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.
- Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20% en prevención de atoramientos o vuelco.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión-grúa.
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión-grúa a distancias inferiores a 5 m.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Evite pasar el brazo de la grúa sobre el personal.
- Suba y baje del camión-grúa por los lugares previstos para ello.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- No permita que nadie se encarame sobre la carga.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina.
- Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.
- Levante una sola carga cada vez.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas.
- Ponga en servicio los gastos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con la carga suspendida.
- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas.

- Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.
- El conductor tendrá prohibido dar marcha atrás sin la presencia y ayuda de un señalista, así como abandonar el camión con una carga suspendida.
- Todos los ganchos de cuelgue, aparejos, balancines y eslingas o estribos dispondrán siempre de pestillos de seguridad.
- El gruista tendrá siempre a la vista la carga suspendida y, si ello no fuera posible en alguna ocasión, todas sus maniobras estarán dirigidas por un señalista experto.
- No se permitirá que persona alguna ajena al operador acceda a la cabina del camión o maneje sus mandos.
- El camión grúa nunca deberá estacionar o circular a distancias inferiores a los dos metros del borde de excavaciones o de cortes del terreno.

b) SIERRA RADIAL ELÉCTRICA

Riesgos y causas:

- Contactos eléctricos directos.
- Anulación de protecciones.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Contactos térmicos.
- Cortes o amputaciones.
- Abrasiones.
- Ruido.

Equipos de Protección individual:

- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable, contra las partículas de polvo.

Medidas preventivas:

- Antes de depositar el aparato en el suelo, desconectarlo y esperar a que se pare.
- Apagar y desenchufar los equipos antes de realizar cualquier operación de mantenimiento, cambio de disco, etc.
- Bajo ningún concepto se conectará ningún aparato eléctrico a la red mediante hilos desnudos.
- Comprobar siempre el estado del disco a utilizar.
- Cualquier tipo de anomalía en el aislamiento de la maquina será puesta en conocimiento de un responsable para su retirada.
- Las labores de mantenimiento y reparación de la máquina, se llevarán a cabo siempre por personal experto.
- No someter al disco a sobreesfuerzos laterales de torsión o aplicación de una presión excesiva.
- No usar aparatos eléctricos con las manos mojadas o sobre superficies húmedas.
- No utilizar la maquina en posturas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros, ya que, en caso de pérdida de control, las lesiones pueden afectar a la cara, pecho o extremidades superiores.
- Prohibido dejar la sierra abandonada en el suelo.
- Prohibido usar discos deteriorados o rotos.
- Usar siempre el disco adecuado al material que se va a cortar.
- Usar siempre en lugares ventilados.
- Prohibido usar la radial sin los elementos de protección.

c) TALADRO PORTÁTIL

Riesgos y causas:

- Contactos eléctricos directos.
- Anulación de protecciones.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Contactos térmicos.
- Cortes o golpes por objetos o herramienta.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Rotura de la broca.

Equipos de Protección individual:

- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.

Medidas preventivas:

- Comprobar el cable de conexión eléctrica, de forma que no existan empalmes, ni conexiones inadecuadas.
- Se deberá desconectar el taladro de la red eléctrica, para sustituir la broca.
- En caso de ser necesario orificios de mayor diámetro, se debe cambiar la broca por otra de mayor sección, nunca intentar aumentar el orificio con movimientos oscilatorios del taladro.
- La reparación de los taladros, se realizará por personal especializado.
- No utilizar la broca de forma inclinada.
- Para cambiar la broca, debe utilizarse la llave para tal fin.
- Utilizar la broca adecuada al material a taladrar.
- Se comprobarán diariamente el buen estado de los taladros, retirando de la obra aquellos que ofrezcan deterioros que impliquen riesgos para los operarios.

d) HERRAMIENTAS MANUALES

Riesgos y causas:

- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Riesgo por impericia.
- Caída de las herramientas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel por tropiezo.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.

- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos punzantes.
- Ruido.

Equipos de Protección individual:

- Casco homologado.
- Protecciones auditivas y oculares, en caso necesario.
- Guantes de cuero.
- Calzado con puntera reforzada.
- Cinturón de seguridad para trabajos en altura.

Medidas preventivas:

- Las herramientas se utilizarán sólo en aquellas operaciones para las que han sido concebidas y se revisarán siempre antes de su empleo, desechándose cuando se detecten defectos en su estado de conservación.
- Se mantendrán siempre limpias de grasa u otras materias deslizantes y se colocarán siempre en los portaherramientas o estantes adecuados, evitándose su depósito desordenado o arbitrario o su abandono en cualquier sitio o por los suelos.
- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
- En su manejo se utilizarán guantes de cuero o de P.V.C. y botas de seguridad, así como casco y gafas antiproyecciones, en caso necesario.

6.5.3. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR MEDIOS AUXILIARES UTILIZADOS EN OBRA

1. PLATAFORMA ELEVADORA

Riesgos y causas:

- Caídas a distinto nivel.
- Vuelco del equipo.
- Caída de materiales sobre personas y/o bienes.
- Caídas al vacío.
- Caída de personas a distinto nivel o mismo nivel.
- Golpes, choques o atrapamientos del operario o de la propia plataforma contra objetos fijos o móviles.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamiento entre alguna de las partes móviles de la estructura y entre ésta y el chasis.

Equipos de Protección individual:

- Casco homologado.
- Calzado con puntera reforzada.
- Cinturón de seguridad.

Medidas preventivas:

- *Características constructivas de seguridad*

Fundamentalmente están relacionadas con las características de estructura y estabilidad, la presencia de estabilizadores y las estructuras extensibles.

a) *Cálculos de estructura y estabilidad:*

El fabricante es responsable del cálculo de resistencia de estructuras, determinación de su valor, puntos de aplicación, direcciones y combinaciones de cargas y fuerzas específicas que originan las condiciones más desfavorables. Asimismo, es responsable de los cálculos de estabilidad, identificación de las diversas posiciones de las PEMP y de las combinaciones de cargas y fuerzas que, conjuntamente, originan las condiciones de estabilidad mínimas.

b) *Chasis y estabilizadores:*

La plataforma de trabajo debe estar provista de los siguientes dispositivos de seguridad:

Dispositivo que impida su traslación cuando no esté en posición de transporte. (PEMP con conductor acompañante y las autopropulsadas del Tipo 1).

Dispositivo (por ej. un nivel de burbuja) que indique si la inclinación o pendiente del chasis está dentro de los límites establecidos por el fabricante.

Para las PEMP con estabilizadores accionados mecánicamente este dispositivo deberá ser visible desde cada puesto de mando de los estabilizadores. Las PEMP del tipo 3 deben disponer de una señal sonora audible que advierta cuando se alcanzan los límites máximos de inclinación.

Las bases de apoyo de los estabilizadores deben estar construidas de forma que puedan adaptarse a suelos que presenten una pendiente o desnivel de al menos 10°.

c) *Estructuras extensibles:*

Las PEMP deben estar equipadas con dispositivos de control que reduzcan el riesgo de vuelco o de sobrepasar las tensiones admisibles. Distinguimos entre las PEMP del grupo A y las del grupo B para indicar los métodos aconsejables en cada caso:

- Grupo A:

  Sistema de control de carga y registrador de posición.
  Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada.

- Grupo B:

  - Sistema de control de carga y registrador de posición.
  - Sistemas de control de la carga y del momento.
  - Sistemas de control del momento con criterio de sobrecarga reforzado.
  - Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada.

Conviene destacar que los controles de carga y de momento no pueden proteger contra una sobrecarga que sobrepase largamente la capacidad de carga máxima.

- *Sistemas de accionamiento de las estructuras extensibles*

Los sistemas de accionamiento deben estar concebidos y construidos de forma que impidan todo movimiento intempestivo de la estructura extensible.

a) Sistemas de accionamiento por cables:

Los sistemas de accionamiento por cables deben comprender un dispositivo o sistema que en caso de un fallo limiten a 0,2 m el movimiento vertical de la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización. Los cables de carga deben ser de acero galvanizado sin empalmes excepto en sus extremos no siendo aconsejables los de acero inoxidable.

Las características técnicas que deben reunir son:

- Diámetro mínimo 8 milímetros.
- Nº mínimo de hilos 114.
- Clase de resistencia de los hilos comprendida entre 1.570 N/mm^2 y 1.960 N/ mm^2.
- La unión entre el cable y su terminal debe ser capaz de resistir al menos el 80 % de la carga mínima de rotura del cable.

b) Sistemas de accionamiento por cadena:

- Los sistemas de accionamiento por cadena deben comprender un dispositivo o sistema que en caso de un fallo limiten a 0,2 m el movimiento vertical de la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización.
- No deben utilizarse cadenas con eslabones redondos.
- La unión entre las cadenas y su terminal debe ser capaz de resistir al menos el 100 % de la carga mínima de rotura de la cadena.

c) Sistemas de accionamiento por tornillo:

- La tensión de utilización en los tornillos y en las tuercas debe ser al menos igual a 1/6 de la tensión de rotura del material utilizado.
- El material utilizado para los tornillos debe tener una resistencia al desgaste más elevada que la utilizada para las tuercas que soporten la carga.
- Cada tornillo debe tener una tuerca que soporte la carga y una tuerca de seguridad no cargada.
- La tuerca de seguridad no debe quedar cargada más que en caso de rotura de la tuerca que soporta la carga. La plataforma de trabajo no podrá elevarse desde su posición de acceso si la tuerca de seguridad está cargada.
- Los tornillos deben estar equipados, en cada una de sus extremidades, de dispositivos que impidan a las tuercas de carga y de seguridad que se salga el tornillo (por ej., topes mecánicos).

d) Sistemas de accionamiento por piñón y cremallera.

La tensión de utilización de piñones y cremalleras debe ser al menos igual a 1/6 de la tensión de rotura del material utilizado. Deben estar provistos de un dispositivo de seguridad accionado por un limitador de velocidad que pare progresivamente la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización y mantenerla parada en caso de fallo del mecanismo de elevación. Si el dispositivo de seguridad está accionado, la alimentación de la energía debe ser detenida automáticamente.

2. Plataforma de trabajo

Equipamiento

- La plataforma estará equipada con barandillas o cualquier otra estructura en todo su perímetro a una altura mínima de 0,90 m y dispondrá de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas de acuerdo con el RD 486/1997 sobre lugares de trabajo: Anexo I.A.3.3 y el RD 1215/1997 sobre equipos de trabajo: Anexo 1.1.6. (La norma UNE-EN 280 especifica que la plataforma debe tener un pretil superior a 1,10 m. de altura mínima, un zócalo de 0,15 m. de altura y una barra intermedia a menos de 0,55 m. del zócalo o del pretil superior; en los accesos de la plataforma, la altura del zócalo puede reducirse a 0,1 m. La barandilla debe tener una resistencia a fuerzas específicas de 500 N por persona aplicadas en los puntos y en la dirección más desfavorable, sin producir una deformación permanente).

- Tendrá una puerta de acceso o en su defecto elementos movibles que no deben abrirse hacia el exterior. Deben estar concebidos para cerrarse y bloquearse automáticamente o que impidan todo movimiento de la plataforma mientras no estén en posición cerrada y bloqueada. Los distintos elementos de las barandillas de seguridad no deben ser extraíbles salvo por una acción directa intencionada.

- El suelo, comprendida toda trampilla, debe ser antideslizante y permitir la salida del agua (por ej. enrejado o metal perforado). Las aberturas deben estar dimensionadas para impedir el paso de una esfera de 15 mm de diámetro.

- Las trampillas deben estar fijadas de forma segura con el fin de evitar toda apertura intempestiva. No deben poder abrirse hacia abajo o lateralmente.

- El suelo de la plataforma debe poder soportar la carga máxima de utilización calculada según la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{m = n\,x\,mp + me}$$

donde:

$\boldsymbol{mp = 80\,Kg}$ (masa de una persona)

$\boldsymbol{me \geq 40\,Kg}$ (valor mínimo de la masa de las herramientas y materiales)

$\boldsymbol{n = n^{o}\ autorizado\ de\ personas\ sobre\ la\ plataforma\ de\ trabajo}$

- Deberá disponer de puntos de enganche para poder anclar los cinturones de seguridad o arneses para cada persona que ocupe la plataforma.

- Las PEMP del tipo 3 deben estar equipadas con un avisador sonoro accionado desde la propia plataforma, mientras que las del tipo 2 deben estar equipadas con medios de comunicación entre el personal situado sobre la plataforma y el conductor del vehículo portador.

- Las PEMP autopropulsadas deben disponer de limitador automático de velocidad de traslado.

- Sistemas de mando:

La plataforma debe tener dos sistemas de mando, un primario y un secundario. El primario debe estar sobre la plataforma y accesible para el operador. Los mandos secundarios deben estar diseñados para sustituir los primarios y deben estar situados para ser accesibles desde el suelo. Los sistemas de mando deben estar perfectamente marcados de forma indeleble de fácil comprensión según códigos normalizados. Todos los mandos direccionales deben activarse en la dirección de la función volviendo a la posición de paro o neutra automáticamente cuando se deje de actuar sobre ellos. Los mandos deben estar diseñados de forma que no puedan ser accionados de forma inadvertida o por personal no autorizado (por ej. un interruptor bloqueable).

- Sistemas de seguridad de inclinación máxima:

  La inclinación de la plataforma de trabajo no debe variar más de 5º respecto a la horizontal o al plano del chasis durante los movimientos de la estructura extensible o bajo el efecto de las cargas y fuerzas de servicio. En caso de fallo del sistema de mantenimiento de la horizontalidad, debe existir un dispositivo de seguridad que mantenga el nivel de la plataforma con una tolerancia suplementaria de 5º.

- Sistema de bajada auxiliar:

Todas las plataformas de trabajo deben estar equipadas con sistemas auxiliares de descenso, sistema retráctil o de rotación en caso de fallo del sistema primario.

- Sistema de paro de emergencia:

  La plataforma de trabajo debe estar equipada con un sistema de paro de emergencia fácilmente accesible que desactive todos los sistemas de accionamiento de una forma efectiva, conforme a la norma UNE-EN 418 Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales.

- Sistemas de advertencia

  La plataforma de trabajo debe estar equipada con una alarma u otro sistema de advertencia que se active automáticamente cuando la base de la plataforma se inclina más de 5º de la inclinación máxima permitida en cualquier dirección.

3. Estabilizadores, salientes y ejes extensibles

Deben estar equipados con dispositivos de seguridad para asegurar de modo positivo que la plataforma no se moverá mientras los estabilizadores no estén situados en posición. Los circuitos de control deben asegurar que los motores de movimiento no se podrán activar mientras los estabilizadores no se hayan desactivado y la plataforma no esté bajada a la altura mínima de transporte.

4. Sistemas de elevación

- Sistemas de seguridad

  Cuando la carga nominal de trabajo de la plataforma esté soportada por un sistema de cables metálicos o cadenas de elevación o ambos, el factor de seguridad del

cable o cadena debe ser de 8 como mínimo, basado en la carga unitaria de rotura a la tracción referida a la sección primitiva.

Todos los sistemas de conducción hidráulicos y neumáticos, así como los componentes peligrosos deben tener una resistencia a la rotura por presión cuatro veces la presión de trabajo para la que han sido diseñados. Para los componentes no peligrosos esta resistencia será dos veces la presión de trabajo. Se consideran componentes peligrosos aquellos que, en caso de fallo o mal funcionamiento, implicaría un descenso libre de la plataforma.

- Sistemas de protección

  Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema electromecánico, éste estará diseñado para impedir el descenso libre en caso de fallo en el generador o del suministro de energía. Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema hidráulico o neumático, el sistema debe estar equipado para prevenir una caída libre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática. Los sistemas hidráulicos o neumáticos de los estabilizadores o cualquier otro sistema deben estar diseñados para prevenir su cierre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática.

- Otras protecciones

  Los motores o partes calientes de las PEMP deben estar protegidas convenientemente. Su apertura sólo se podrá realizar con llaves especiales y por personal autorizado. Los escapes de los motores de combustión interna deben estar dirigidos lejos de los puestos de mando.

5. Dispositivos de seguridad

- Eléctricos

  Los interruptores de seguridad que actúen como componentes que dan información deben satisfacer la norma EN 60947-5:1997 (Anexo K: prescripciones especiales para los auxiliares de mando con maniobra positiva de apertura).

- Hidráulicos y neumáticos

  Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos. Los componentes hidráulicos y neumáticos de estos dispositivos y sistemas que actúen directamente sobre los circuitos de potencia de los sistemas hidráulicos y neumáticos deben estar duplicados si el fallo de un componente puede engendrar una situación peligrosa. Los distribuidores pilotados de estos componentes deben estar concebidos e instalados de forma que mantengan la seguridad en caso de fallo de energía, es decir parar el movimiento correspondiente.

- Mecánicos

  Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos. Esta exigencia se satisface por las varillas, palancas, cables, cadenas, etc., si resisten al menos dos veces la carga a la que son sometidos.

6. Otras medidas de protección frente a riesgos específicos

- Riesgo de electrocución

  Este riesgo se manifiesta en tanto en cuanto las plataformas puedan alcanzar líneas eléctricas aéreas, sean de alta o de baja tensión. Según el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (Decreto 3151/ 1968), se entiende como tales las de corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea igual o superior a 1 kV.

  Para prevenir el riesgo de electrocución se deberán aplicar los criterios establecidos en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico; en concreto según indica el Art. 4.2, todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve riesgo eléctrico se debe efectuar sin tensión.

  Cuando no se pueda dejar sin tensión la instalación se deben seguir las medidas preventivas indicadas en el Anexo V.A Trabajos en proximidad. Disposiciones generales y lo indicado en el Anexo V.B Trabajos en proximidad. Disposiciones particulares del citado RD 614/2001. Se recomienda, a fin de facilitar la correcta interpretación y aplicación del citado R.D. consultar la correspondiente Guía Técnica elaborada por el INSHT.

  Complementariamente, se recomienda consultar la NTP-72: Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas.

6.6. INSTALACIONES DE SALUBRIDAD

En la obra está prevista una media de 4-5 trabajadores, por lo que no está prevista la instalación de caseta provisional para vestuario y retretes. Para estos menesteres, se usarán los vestuarios y servicios del propio edificio, previa aprobación del coordinador de seguridad y salud.

6.7. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos. La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

6.8. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

• Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.

• Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.

• Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

• Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

• Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

• Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

6.9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra

a disposición de la Dirección Facultativa.

6.10. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

    - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
    - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
    - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
    - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
    - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
    - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
    - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
    - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
    - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
    - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

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

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

4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
   Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su

caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

6.11. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
    - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
    - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
    - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
    - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
    - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
    - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

6.12. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud. Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

6.13. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

6.14. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

RAFAEL ZABALA BALENCIAGA
Ingeniero Técnico Industrial
Técnico Superior de Prevención de Riesgos Laborales

En Amorebieta, a 28 de abril de 2022

7. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

7.1. INTRODUCCIÓN

El presente ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, se redacta de acuerdo con el RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición. El Estudio trata sobre la instalación de paneles solares fotovoltaicos en la cubierta del edificio del Colegio DULANTZI emplazada en la Calle Nuestra Señora de Aiala, 20,01240, Dulantzi (Álava).

EL PRODUCTOR

El productor está obligado además a disponer de la documentación que acredite que los residuos y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el RD 105/2008 y, en particular, en el Estudio de Gestión de residuos de la obra o en sus posteriores modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En el caso de las obras sometidas a licencia urbanística, el productor de residuos está obligado a constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

EL POSEEDOR

En el artículo 5 del RD 105/2008 establece las obligaciones del poseedor de RCD's, en el que se indica que la persona física o jurídica que ejecute la obra está obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los RCD's que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionar los residuos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás

documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el apartado 3, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

EL GESTOR

El gestor, según el artículo 7 del Real Decreto, cumplirá con las siguientes obligaciones:

a) En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro, en el que, como mínimo figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificadas con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.

b) Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a). La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

c) Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en el real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

d) En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

7.2. NORMATIVA APLICABLE

7.2.1. NORMATIVA EUROPEA

- Directiva relativa a los residuos: Directiva 2006/12/CE, de 5 de abril de 2006 que deroga la Directiva 75/442/CE, de 15 de julio de 1975 (modificada por la Directiva 91/156/CE de 18 de marzo).
- Decisión de la Comisión, de 22 de enero de 2001 que modifica la Decisión 2000/532/CE de 3 de mayo de 2000.

- Directiva 99/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos. Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Sexto Programa de Acción Comunitario en materia de Medio Ambiente y Resolución del Consejo de 24 de febrero de 1997 sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos (97/C 76/01).
- Directiva 93/68/CEE del Consejo de 22 de julio de 1993 por la que se modifican las Directivas 87/404/CEE(recipientes a presión simples), 88/378/CEE (seguridad de los juguetes), 89/106/CEE (productos de construcción), 89/336/CEE(compatibilidad electromagnética), 89/392/CEE (máquinas), 89/686/CEE (equipos de protección individual), 90/384/CEE (instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático), 90/385/CEE (productos sanitarios implantables activos), 90/396/CEE (aparatos de gas), 91/263/CEE(equipos terminales de telecomunicación), 92/42/CEE (calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos), y 73/23/CEE(material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión).
- Directiva 89/106/CE sobre Productos de la Construcción.

7.2.2. NORMATIVA ESTATAL

- PG-3: Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, relativos a firmes y pavimentos. Orden FOM/891/2004, de 1 de marzo, publicada en el BOE núm. 83 de6de abril de2004.
- PG-4: Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de conservación de carreteras.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- 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.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Real Decreto 1630/1992, de 28 de julio, por el que se dictan las disposiciones para la libre circulación de los productos de la construcción, modificado por el Real Decreto 1328/1995.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, publicada en el BOE n° 38 de 13 de febrero de 2008.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

7.2.3. NORMATIVA AUTONÓMICA

- Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Orden de 12 de enero de 2015, de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial por la que se establecen los requisitos para la utilización de los áridos reciclados procedentes de la valorización de residuos de construcción y demolición.
- Ley 3/1998, de 27 de febrero, general de protección del medio ambiente del País Vasco.

7.3. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

De acuerdo con el RD 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición, se presenta el presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 4, con el siguiente contenido:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a 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, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

7.4. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

7.4.1. CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS

A este efecto el RD 105/2008 identifica dos categorías de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

RCDs de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.
RCDs de Nivel II.- Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.
Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el cómputo

general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

La inclusión de un material en la lista no significa que dicho material sea un residuo en todas las circunstancias. Un material solo se considera residuo cuando se ajusta a la definición de residuo de la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE, es decir, cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor.

RCDs Nivel I					
Tierras y pétreos de la excavación			**Tratamiento**	**Destino**	**Cantidad**
	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	No especifico	Restauración / Vertedero	0,00 Tn
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	No especifico	Restauración / Vertedero	0,00 Tn
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	No especifico	Restauración / Vertedero	0,00 Tn
RCDs Nivel II					
RCD: Naturaleza no pétrea					
Asfalto					
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,00 Tn
Madera					
X	17 02 01	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,54 Tn
Metales					
	17 04 01	Cobre, bronce, latón	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00 Tn
	17 04 02	Aluminio	Reciclado		0,00 Tn
	17 04 03	Plomo	Reciclado		0,00 Tn
	17 04 04	Zinc	Reciclado		0,00 Tn
	17 04 05	Hierro y acero	Reciclado		0,00 Tn
	17 04 06	Estaño	Reciclado		0,00 Tn
	17 04 06	Metales mezclados	Reciclado		0,00 Tn
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	Reciclado		0,00 Tn
Papel					
X	20 01 01	Papel y cartón	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,02 Tn
Plástico					

x	17 02 03	Plástico	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,001 Tn
	Vidrio				
	17 02 02	Vidrio	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00 Tn
	Yeso				
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00 Tn
	RCD: Naturaleza pétrea				
	Arena Grava y otros áridos				
	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,00 Tn
	01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,00 Tn
	Hormigón				
	17 01 01	Hormigón	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD	0,00 Tn
	Ladrillos, azulejos y otros cerámicos				
	17 01 02	Ladrillos	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,00 Tn
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,00 Tn
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD	0,00 Tn
	Piedra				
	17 09 04	RCDs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,00 Tn
	RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
	Basuras				
	20 02 01	Residuos biodegradables	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RSU	0,00 Tn
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RSU	0,00 Tn
	Potencialmente peligrosos y otros				
	17 01 06	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP`s)	Depósito Seguridad		0,00 Tn
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	Tratamiento Fco-Qco		0,00 Tn
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn

	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNPs	0,00 Tn
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	Tratamiento Fco-Qco		0,00 Tn
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP`s	Tratamiento Fco-Qco		0,00 Tn
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad		0,00 Tn
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	Depósito Seguridad		0,00 Tn
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto	Depósito Seguridad		0,00 Tn
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yesos contaminados con SP`s	Tratamiento Fco-Qco		0,00 Tn
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	Depósito Seguridad		0,00 Tn
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen	Depósito		0,00 Tn
		PCB`s	Seguridad		
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP`s	Depósito Seguridad		0,00 Tn
	17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00 Tn
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP`s	Tratamiento Fco-Qco	Gestor autorizado RNPs	0,00 Tn
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Fco-Qco		0,00 Tn
	17 05 07	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos…)	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor…)	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	16 01 07	Filtros de aceite	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	20 01 21	Tubos fluorescentes	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn

	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	16 06 03	Pilas botón	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	15 01 11	Aerosoles vacíos	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	16 06 01	Baterías de plomo	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	13 07 03	Hidrocarburos con agua	Depósito / Tratamiento		0,00 Tn
	17 09 04	RCDs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03	Depósito / Tratamiento	Restauración / Vertedero	0,00 Tn

7.4.2. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO QUE SE GENERARÁ EN LA OBRA, EN TONELADAS

La estimación de las cantidades de residuos la realizaremos en función de las categorías indicadas en el apartado anterior, y se indicarán en toneladas, tal y como indica el RD 105/2008 en su artículo 4.

RCDs Nivel II			
	%	**Tn**	**d (Tn/m3)**
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)
RCD: Naturaleza no pétrea			
Asfalto	0,00	0,00	1,30
Madera	94,7	0,54	0,60
Metales	0,00	0,00	1,50
Papel	1,7	0,01	0,90
Plástico	3,4	0,02	0,90
Vidrio	0,00	0,00	1,50
Yeso	0,00	0,00	1,20
TOTAL estimación	**100,00**	**0,57**	
RCD: Potencialmente peligrosos y otros			
Basuras	0,00	0,00	0,00
Potencialmente peligrosos y otros	0,00	0,00	0,00
TOTAL estimación	**0,00**	**0,00**	
TOTAL RCDs Nivel II		**0,57**	

7.4.3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA OBRA

A continuación, se plantean las medidas recomendadas tendentes a la prevención en la generación de residuos de construcción y demolición. Además, se describe la manera más conveniente de almacenar las materias primas de obra, su aplicación contribuirá a reducir la cantidad de residuos por desperdicio o deterioro innecesario de materiales.

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse, para facilitar su valorización posterior, en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Materiales	**Cantidades en Toneladas**
Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Para realizar una correcta gestión de los residuos en la obra, se seguirán las siguientes recomendaciones:

- Los residuos se acopiarán en las zonas de obras, en lugares debidamente señalados y segregados de tal forma que se mantengan separados unos de otros.
- El almacenamiento del material de la obra se ajustará estrictamente a lo necesario en la obra, puesto que generalmente un exceso de material acopiado es el origen de muchos residuos.
- El acopio de los materiales se realizará en las superficies destinadas a tal fin. Se debe evitar el acopio en zonas de paso de maquinaria que puedan ocasionar deterioros del material.
- El material debe permanecer embalado y protegido hasta su utilización.
- Se debe proceder a la clasificación, selección y separación de los residuos generados, depositándose en contendores específicos o en acopios diferenciados dependiendo de la naturaleza de los residuos.
- El depósito temporal de los residuos valorizables (madera, plásticos, metales…) que se realice en acopios o contenedores se debe señalizar y segregar del resto de un modo adecuado.
- El depósito temporal de escombros se realizará en contendores metálicos o en acopios, que deberán estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
- Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros.
- Las tierras procedentes de excavación o desbroce que puedan ser reutilizadas en rellenos, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.
- Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón serán tratados como escombros.
- Los residuos procedentes de los aceites de la maquinaria, combustibles, son generados de forma indirecta por la propia actividad de la obra. Existirán superficies el vertido de tales residuos que se recogerán en bidones y serán retiradas a un gestor autorizado.
- En el equipo de la obra se establecerán los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicará a cada tipo de residuo.
- El responsable de la obra deberá adoptar las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra.
- Se intentará minimizar las cantidades de materias primas que se utilizan y de los residuos que se originan.
- Se planificará la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización.

7.4.4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

Las operaciones las podemos dividir en los siguientes tipos:

- Operaciones in situ

Son operaciones de desconstrucción y de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen.

Estas operaciones consiguen mejorar las posibilidades de valorización de los residuos, ya que facilitan el reciclaje o reutilización posterior. También se muestran imprescindibles cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento.

- Separación y recogida selectiva

Son acciones que tienen por objetivo disponer de residuos de composición homogénea, clasificados por su naturaleza -hormigones, obra de fábrica, metales, etc., de manera que facilitan los procesos de valorización o de tratamiento especial.

El objetivo común de estas acciones es facilitar la valorización de los residuos. Para conseguir un mejor proceso de reciclaje es necesario disponer de residuos de composición homogénea, sobre todo exentos de materiales potencialmente peligrosos. Por esta razón deben ser separados de otros materiales con los que van mezclados y clasificados por su diferente naturaleza, según las posibilidades de valorización que hayamos escogido.

Es asimismo objetivo de estas acciones recuperar en el mejor estado posible los elementos de construcción que sean reutilizables.

- Desconstrucción

Es un conjunto de operaciones coordinadas de recuperación de residuos de derribo con el fin de minimizar el volumen destinado al vertedero.

La desconstrucción no tiene un único modelo de definición. En realidad, admite diversos modelos y grados de intensidad en cada una de las operaciones. Éstos vendrán determinados por las características materiales de la construcción objeto de desconstrucción, por el incremento del coste del derribo a fin de que éste sea más selectivo, por la repercusión que ejercen estas operaciones en el valor de los residuos resultantes y por el coste final del producto. Este coste ha de poder competir en el mercado con el de un material equivalente pero nuevo.

En definitiva, para conseguir un material reciclado de calidad aceptable y aprovechar de modo eficaz los elementos reutilizables, el proceso de demolición es indisociable de la separación selectiva y de la desconstrucción.

Las alternativas de gestión dentro de una obra son las siguientes:

1. Valorización

La valorización es la recuperación o reciclado de determinadas sustancias o materiales contenidos en los residuos, incluyendo la reutilización directa, el reciclado y la incineración con aprovechamiento energético.

La valorización de los residuos evita la necesidad de enviarlos a un vertedero controlado. Una gestión responsable de los residuos debe perseguir la máxima valorización para reducir tanto como sea posible el impacto medioambiental. La gestión será más eficaz si se incorporan las operaciones de separación selectiva en el mismo lugar donde se producen, mientras que las de reciclaje y reutilización se pueden hacer en ese mismo lugar o en otros más específicos.

2. Deposición de los residuos

Los residuos que no son valorizables son, en general, depositados en vertederos. Los residuos en algunos casos son de naturaleza tóxica o contaminante y, por lo tanto, resultan potencialmente peligrosos. Por esta razón los residuos deben disponerse de manera tal

que no puedan causar daños a las personas ni a la naturaleza y que no se conviertan en elementos agresivos para el paisaje.

Si no son valorizables y están formados por materiales inertes, se han de depositar en un vertedero controlado a fin de que al menos no alteren el paisaje. Pero si son peligrosos, han de ser depositados adecuadamente en un vertedero específico para productos de este tipo y, en algunos casos, sometidos previamente a un tratamiento especial para que no sean una amenaza para el medio.

3. Reutilización

Es la recuperación de elementos constructivos completos con las mínimas transformaciones posibles.

La reutilización no solamente reporta ventajas medioambientales sino también económicas. Los elementos constructivos valorados en función del peso de los residuos poseen un valor bajo, pero, si con pequeñas transformaciones -o mejor, sin ellas-, pueden ser regenerados o reutilizados directamente, su valor económico es más alto. En este sentido, la reutilización es una manera de minimizar los residuos originados, de forma menos compleja y costosa que el reciclaje.

4. Reciclaje

Es la recuperación de algunos materiales que componen los residuos, sometidos a un proceso de transformación en la composición de nuevos productos.

La naturaleza de los materiales que componen los residuos de la construcción determina cuáles son sus posibilidades de ser reciclados y su utilidad potencial. Los residuos pétreos - hormigones y obra de fábrica, principalmente- pueden ser reintroducidos en las obras como granulados, una vez han pasado un proceso de criba y machaqueo. Los residuos limpios de hormigón, debido a sus características físicas, tienen más aplicaciones y son más útiles que los escombros de albañilería.

7.4.5. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN EN LA MISMA OBRA O EN EMPLAZAMIENTOS EXTERNOS (EN ESTE CASO SE IDENTIFICARÁ EL DESTINO PREVISTO)

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo).

	OPERACIÓN PREVISTA	**DESTINO PREVISTO**
X	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado.	Gestor de residuos
	Reutilización de tierras procedentes de la excavación.	

	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización.	
	Reutilización de materiales cerámicos.	
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio, etc.	
	Reutilización de materiales metálicos.	
	Reutilización excedente de tierras en restauración minera	

7.4.6. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORIZACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Se marcan las operaciones previstas.

	OPERACIÓN PREVISTA
X	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
	Reciclado o recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos

	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Comisión 96/350/CE
	Otros (indicar)

7.4.7. DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES "IN SITU"

Las empresas de Gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizados por la Consejería competente de la Comunidad del País Vasco para la gestión de residuos no peligrosos.

En el siguiente enlace de internet se pueden consultar los listados de empresas inscritas en el Registro de Transportistas de Residuos NO Peligrosos y el de empresas autorizadas por la Comunidad del País Vasco para la realización de actividades de gestión de residuos de la construcción y demolición.

http://www.gestoresresiduos.es/resources/Pais+Vasco_Gestores+RNP.pdf

7.4.8. PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS AL PROYECTO

Con carácter General:

Prescripciones complementarias al pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

- Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales estarán totalmente homologados, cumpliendo las especificaciones que para los mismos determinen la Normativa vigente de Medio Ambiente y el presente RD 105/2008.

- Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Comunidad correspondiente y su Consejería competente en materia de residuos urbanos y de la construcción.

- Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Con carácter Particular:

Prescripciones complementarias al pliego de prescripciones técnicas del proyecto (se marcan aquellas que son de aplicación a la presente obra).

	Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares…para las partes o elementos peligroso, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles…). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan
	El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m³, o en contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos
x	El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra…) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
	El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
x	En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
x	Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras…), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

x	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora…) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos
x	La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases…) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.
	Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la 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 para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos. En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.
	Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos
	Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.
	Otros (indicar)

7.5. RESIDUOS ELÉCTRICOS Y ELECTROMAGNÉTICOS

Se hace constar que durante la ejecución de la presente obra se producirán residuos de tipos eléctricos y electromagnéticos que serán eliminados de acuerdo con la normativa en vigor para este tipo de residuos (RD 110/2015 de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos).

7.6. CONCLUSIONES

Con todo lo anteriormente expuesto, junto con la documentación complementaria contenida en el Proyecto, el técnico que lo suscribe entiende que queda suficientemente desarrollado el Plan de Gestión de Residuos para el proyecto reflejado en su encabezado.

RAFAEL ZABALA BALENCIAGA
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4118 del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia

DEMETRIO LOPEZ SANCHEZ
Ingeniero Técnico Industrial

JAVIER FERRON MORLAN
Ingeniera en Energías Renovables

En Amorebieta, a 28 de abril de 2022

8. PLAN DE CONTROL Y CALIDAD

Se prescribe el presente Plan de Control de Calidad, como anejo al proyecto de la instalación de paneles fotovoltaicos para autoconsumo de 80 kW en la Calle Nuestra Señora de Aiala, 20, Alegria Dulantzi (Álava), con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Antes del comienzo de la obra, el Director de la Ejecución de la Obra realizará la planificación del control de calidad correspondiente a la obra objeto del proyecto, atendiendo a las características del mismo, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones de éste, y a las indicaciones del Director de Obra, además de a las especificaciones de la normativa de aplicación vigente. Todo ello contemplando los siguientes aspectos:

1.- El control de recepción de productos, equipos y sistemas
2.- El control de la ejecución de la obra
3.- El control de la obra terminada

Para ello:

A) El Director de la Ejecución de la Obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.

B) El Constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y

C) La documentación de calidad preparada por el Constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el Director de la Ejecución de la Obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el Director de la Ejecución de la Obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

1.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas

El control de recepción abarcará ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente, en el documento de proyecto o por la Dirección Facultativa. Este control se efectuará sobre el muestreo del producto, sometiéndose a criterios de aceptación y rechazo y adoptándose en consecuencia las decisiones determinadas en el Plan o, en su defecto, por la Dirección Facultativa.

El Director de Ejecución de la Obra cursará instrucciones al Constructor para que aporte certificados de calidad, el marcado CE para productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

Durante la obra se realizarán los siguientes controles:

1.1.- Control de la documentación de los suministros

Los suministradores entregarán al Constructor, quien los facilitará al Director de Ejecución de la Obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

1.2.- Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3 del capítulo 2 del CTE.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5 del capítulo 2 del CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El Director de la Ejecución de la Obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

1.3.- Control mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la Dirección Facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la Dirección Facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

2.- Control de ejecución de la obra

De aquellos elementos que formen parte de la estructura, cimentación y contención, se deberá contar con el visto bueno del arquitecto Director de Obra, a quién deberá ser puesto en conocimiento por el Director de Ejecución de la Obra cualquier resultado anómalo para adoptar las medidas pertinentes para su corrección.

Durante la construcción, el Director de la Ejecución de la Obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la Dirección Facultativa. En la recepción de la obra ejecutada se tendrán

en cuenta las verificaciones que, en su caso, realicen las Entidades de Control de Calidad de la Edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.
En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo 5.2.5 del CTE.

En concreto, para:

2.1.- MATERIALES QUE NO SEAN HORMIGÓN
El Director de la Ejecución de la Obra establecerá, de conformidad con el Director de la Obra, la relación de ensayos y el alcance del control preciso.

3.- Control de la obra terminada

Se realizarán las pruebas de servicio prescritas por la legislación aplicable, programadas en el Programa de Control y especificadas en el Pliego de Condiciones, así como aquellas ordenadas por la Dirección Facultativa, por ejemplo mediante un Organismo de Control Autorizado (OCA), en caso de ser necesario.

De la acreditación del control de recepción en obra, del control de ejecución y del control de recepción de la obra terminada, se dejará constancia en la documentación de la obra ejecutada.

RAFAEL ZABALA BALENCIAGA
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado Nº 4118 del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia

DEMETRIO LOPEZ SANCHEZ
Ingeniero Eléctrico
Colegiado Nº 9630 del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia

JAVIER FERRON MORLAN
Ingeniera en Energías Renovables

En Amorebieta, a 28 de abril de 2022

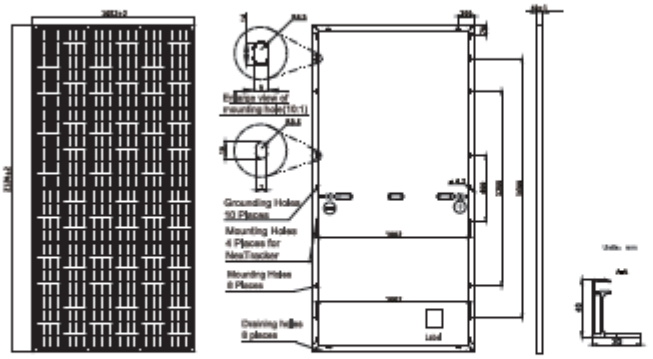
9. ANEXOS

Harvest the Sunshine
Mono
465W MBB Half-Cell Module
JAM72S20 440-465/MR Series
Introduction
Assembled with multi-busbar 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
JA Linear Power Warranty
Industry Warranty
Comprehensive Certificates
• IEC 61215, IEC 61730,UL 61215, UL 61730
• ISO 9001: 2015 Quality management systems
• ISO 14001: 2015 Environmental management systems
• OHSAS 18001: 2007 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

JAM72S20 440-465/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	25.0kg±3%
Dimensions	2120±2mm×1052±2mm×40±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: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	27pcs/pallet 594pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	440	445	450	455	460	465
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.40	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	40.90	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.28	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.76	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96
Module Efficiency [%]	19.7	20.0	20.2	20.4	20.6	20.8
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α_Isc)	+0.044%/℃					
Temperature Coefficient of Voc(β_Voc)	-0.272%/℃					
Temperature Coefficient of Pmax(γ_Pmp)	-0.350%/℃					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25℃, 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	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	333	336	340	344	348	352
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.40	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.70	38.96	39.19	39.44	39.68	39.90
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.16	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38
Max Power Current(Imp) [A]	8.60	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20℃,wind speed 1m/s, AM1.5G					

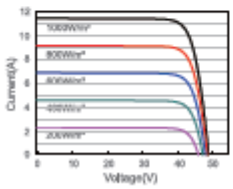
*For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.

OPERATING CONDITIONS

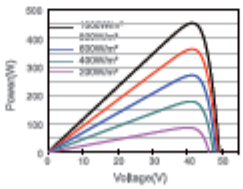
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40℃~+85℃
Maximum Series Fuse	20A
Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112 lb/ft²) 2400Pa(50 lb/ft²)
NOCT	45±2℃
Safety Class	Class Ⅱ
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

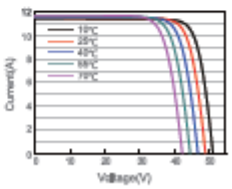
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Premium Cells, Premium Modules Version No.: Global_EN_20200706A

SUN2000-30/36/40KTL-M3

Smart PV Controller

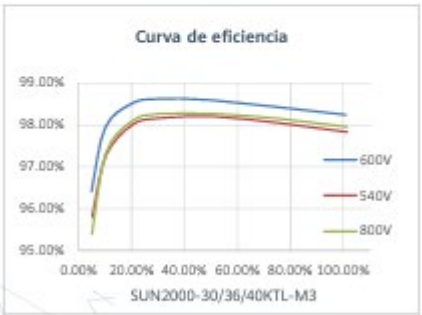
HUAWEI

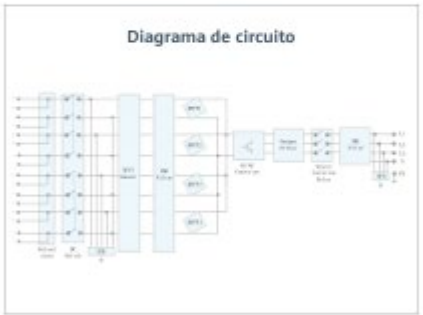
Inteligente
Monitorización a nivel de string

Eficiente
Eficiencia máxima del 98.7%

Seguro
Diseño sin fusibles

Confiable
Descargadores de sobretensión tipo II de CC y CA





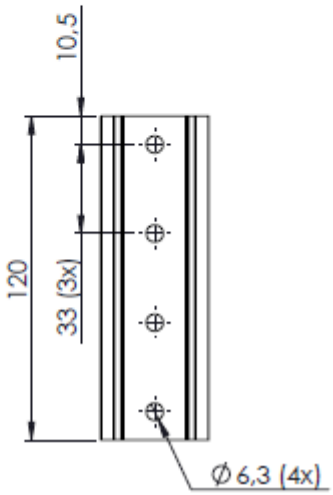
SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

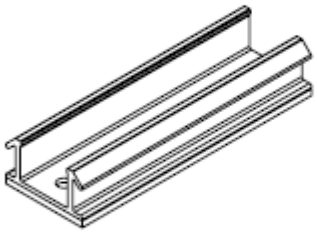
SUN2000-30/36/40KTL-M3

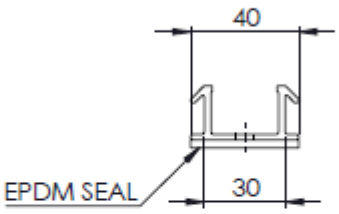
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Eficiencia			
Máxima eficiencia	98.7%		
Eficiencia europea ponderada	98.4%		
Entrada			
Tensión máxima de entrada [1]	1,100 V		
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A		
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A		
Tensión de arranque	200 V		
Rango de tensión de operación [2]	200 V ~ 1000 V		
Tensión nominal de entrada	600 V		
Cantidad de entradas	8		
Cantidad de MPPTs	4		
Salida			
Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE		
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz		
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		
Características y protecciones			
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Si		
Protección anti-isla	Si		
Protección contra sobreintensidad de CA	Si		
Protección contra polaridad inversa CC	Si		
Monitorización a nivel de string	Si		
Descargador de sobretensiones de CC	Si		
Descargador de sobretensiones de CA	Si		
Detección de resistencia de aislamiento CC	Si		
Monitorización de corriente residual	Si		
Protección ante fallo por arco eléctrico	Si		
Control del receptor Ripple	Si		
Recuperación PID integrada3	Si		
Comunicación			
Display	Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP		
RS485	Si		
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)		
Monitoring BUS (MBUS)	Si (transformador de aislamiento requerido)		
Especificaciones generales			
Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)		
Peso (Kit de herramientas para soporte de suelo incluido)	43 kg (94.8 lb)		
Nivel de Ruido	< 46 dB		
Rango de temperaturas en operación	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)		
Ventilación	Convección natural		
Max. Altitud de operación	0 - 4,000 m (13,123 ft.)		
Humedad relativa	0% RH ~ 100% RH		
Conector de CC	Staubli MC4		
Conector de CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT		
Grado de Protección	IP 66		
Tipología	Sin transformador		
Consumo de energía durante la noche	≤ 5.5W		
Compatibilidad con optimizador			
Optimizador compatible con DC MBUS	SUN2000-450W-P		

BASIC DRAWING

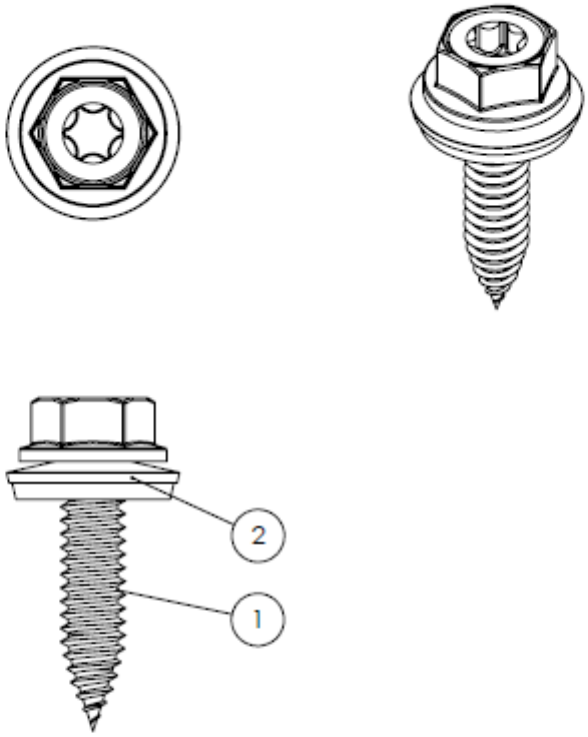






ESDEC INNOVATIVE MOUNTING SYSTEMS ESDEC BV Londenstraat 16 7418 EE Deventer The Netherlands	PRODUCT LINE: CLICKFIT EVO STEELROOF			MATERIAL: ALUMINIUM + EPDM
	TITLE: MOUNTING PROFILE LANDSCAPE			COLOR INFORMATION: BLANK ALUMINIUM
	ARTICLE NO: 100-8048		Units: mm	
		Date:	Name:	Scale: 1:2
	Drawn:	10-09-2019	SK	
DISCLAIMER NO RIGHTS CAN BE DERIVED FROM THE INFORMATION PROVIDED BY THIS DOCUMENT.	Checked:	10-09-2019	NDB	Size: A4
	Last mod.:	11-09-2019	SK	DRAWING STATUS: RELEASED / Revision 01

REVISIONS				
REV.	DESCRIPTION	DATE	REVD	APPVD
1	ORIGINAL ISSUE	18-11-2019	NDB	FVR
2	UPDATED PROPERTIES (REFER TO PART 101138), ADDITION OF NOTE 1	8-1-2020	NDB	JFG
3	RELEASED FOR PRODUCTION, PQD DOCUMENTATION ADDED	25-5-2021	NDB	FVR



NOTES:
(1) NO DAMAGE TO TOPCOAT OF 101138 SHALL OCCUR DURING ASSEMBLY

POS	ENG. ID	DESCRIPTION	QTY.
1	101138	6x25mm self-tapping screw SW10 Hex/T30	1
2	101132	Sealing Washer 6.8x16mm A2	1

ESDEC
INNOVATIVE MOUNTING SYSTEMS

MATERIAL: REFER TO PART ENG. ID
FINISH: REFER TO PART ENG. ID
FOR METAL PARTS (UNLESS OTHERWISE SPECIFIED): DEBURR, BREAK SHARP EDGES, FREE OF OIL/GREASE
FOR PLASTIC PARTS (UNLESS OTHERWISE SPECIFIED): NO VISIBLE FLOW/WELD LINES, SINK AND DRAG MARKS MAX FLASH: 0.2mm MAX GATE REMNANT: 0.2mm

	NAME	DATE
DRAWN	NDB	18-11-2019
CHK'D	FVR	25-5-2021

DRAWING STATUS: Released
PROJECT: PR1701
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED, GENERAL TOLERANCES ACCORDING: -
TITLE: 6x25mm self-tapping screw SW10 Hex/T30 w/ EPDM washer
ARTICLE NUMBER: 1008085
PROJECTION:
WEIGHT: -
UNITS: mm
ENG. ID: 101139
REVISION: 03
MODEL NO.: 101139
MODEL REV.: 03
SCALE:2:1
A4
SHEET 1 OF 1