

FIRMAS ELECTRÓNICAS

Firma Colegiado

Firma Colegiado

Firma Colegiado

Firma Colegio. Reconocimiento de Firma

Firma Colegio. VISADO

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MW
Capacidad de acceso: 5,00 MW

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Innova Proyectos**

Diciembre 2022

Índice del proyecto

- Documento nº 1: Memoria y anejos a la memoria
 - Anejo 1: Memoria de cálculo BT
 - Anejo 2: Memoria de cálculo MT
 - Anejo 3: Configuración eléctrica
 - Anejo 4: Estudio de producción energética
 - Anejo 5: Estudio de seguridad y salud
 - Anejo 6: Fichas técnicas de equipos principales
 - Anejo 7: Cronograma
 - Anejo 8: Estudio de gestión de residuos
 - Anejo 9: RBDA
- Documento nº 2: Planos
 - 1. Planos generales
 - 2. Planos obra civil
 - 3. Planos mecánicos
 - 4. Planos eléctricos
 - 5. Planos LSMT 20 kV
- Documento nº 3: Pliego de condiciones
- Documento nº 4: Presupuesto

Características principales

Elemento	Parámetro	Unidad	
Módulo FV	Fabricante y modelo	-	Longi LR5-72HBD
	Tecnología	-	Bi-facial
	Potencia	Wp	540
	Número de módulos	Qty	11.492
Estructura Soporte	Tipo	-	Seguidor Horizontal de 1 eje N-S
	Fabricante y modelo	-	PVHardware Monoline 1Vx26
	Configuración	-	1V
	Pendiente N-S tolerada	%	23,5
	Número de estructuras	Qty	442 de 1Vx26
Inversor	Tipo	-	String
	Fabricante y modelo	-	Sungrow SG250HX
	Potencia AC a 30 °C	kW	250
	Potencia AC a 50 °C	kW	200
	Número de inversores	Qty	20
Centro de Transformación	Fabricante y modelo	-	Sungrow MVS6300-LV
	Potencia AC a 30°C	kVA	7.000
	Número de centros de transformación	Qty	1
Parámetros de Diseño	Tª de diseño	°C	30
	Nº de módulos / string	Qty.	26
	Pitch	m	6,00
	Nº de strings	Qty	442
	Potencia de acceso en el Punto de conexión	MW	5,00
	Potencia Pico	MW	6,20
	Potencia Instalada	MW	5,00
Características de la instalación	Coordenada UTM ETRS89 Huso 30	X	436.639
	Coordenada UTM ETRS89 Huso 30	Y	4.502.481
	Superficie de las parcelas catastrales	ha	14,72
	Superficie ocupada por el vallado	ha	9,98
	Longitud del vallado	m	1.148,59

Documento nº 1: Memoria

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

**Potencia instalada: 5,00 MW
Capacidad de acceso: 5,00 MW**

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Diciembre 2022

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA	5
1. DATOS GENERALES	6
1.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	6
1.2. ANTECEDENTES	6
1.3. POTENCIA INSTALADA	7
1.3.1. <i>Capacidad de acceso en el punto de conexión</i>	7
1.3.2. <i>Potencia instalada</i>	7
1.4. IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR.....	8
1.5. ORDEN DE ENCARGO	8
1.6. DATOS DEL PROYECTISTA	8
1.7. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	8
1.8. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	10
2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA	13
2.1. SITUACIÓN.....	13
2.2. ACCESOS A LA PLANTA.....	15
2.3. ESTUDIO DE AFECCIONES PLANTA SOLAR	15
2.3.1. <i>Afección a Red Natura 2000</i>	16
2.3.2. <i>Afección a Montes de Utilidad Pública</i>	16
2.3.3. <i>Riesgo Sísmico</i>	17
2.3.4. <i>Afección a carreteras</i>	18
2.3.5. <i>Afección a línea eléctrica</i>	18
2.3.6. <i>Afección a líneas férreas</i>	19
2.3.7. <i>Afección a la red hidrográfica</i>	19
2.3.8. <i>Afección urbanística</i>	23
3. FUNCIONAMIENTO.....	24
4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR.	24
4.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	25
4.2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA	26
5. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	27
5.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	27
5.2. INVERSOR FOTOVOLTAICO.....	28
5.3. ESTRUCTURA SOPORTE (SEGUIDORES)	30
5.4. ESTACIÓN DE POTENCIA TIPO SKID	32
5.4.1. <i>Transformador</i>	33
5.4.2. <i>Celdas de media tensión</i>	34
5.4.3. <i>Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA</i>	35
5.4.4. <i>UPS</i>	35
5.4.5. <i>Cuadro de comunicaciones/control</i>	35
6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN (BT)	35
7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (MT).....	37
8. SISTEMA DE PROTECCIONES	37

8.1.	PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA.....	38
8.2.	PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA.....	39
8.3.	RED DE TIERRAS.....	39
8.4.	PUESTA A TIERRA.....	41
9.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	43
9.1.	TOPOGRAFÍA.....	43
9.2.	OBRA CIVIL.....	44
9.2.1.	<i>Cimentación seguidor solar.....</i>	<i>44</i>
9.2.2.	<i>Preparación del terreno y movimientos de tierra.....</i>	<i>44</i>
9.2.3.	<i>Canalizaciones.....</i>	<i>45</i>
9.2.4.	<i>Viales internos.....</i>	<i>46</i>
9.2.5.	<i>Vallado perimetral.....</i>	<i>47</i>
9.2.6.	<i>Estudio geotécnico.....</i>	<i>47</i>
9.2.7.	<i>Sistema de drenaje.....</i>	<i>48</i>
9.3.	SISTEMA DE SEGURIDAD.....	49
9.4.	SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL.....	49
9.4.1.	<i>Estación meteorológica.....</i>	<i>50</i>
9.4.2.	<i>Contador.....</i>	<i>51</i>
9.4.3.	<i>Inversores.....</i>	<i>51</i>
9.4.4.	<i>Sistema de control de planta (PPC).....</i>	<i>52</i>
9.5.	SUMINISTRO DE EQUIPOS.....	53
9.6.	MONTAJE MECÁNICO.....	54
9.6.1.	<i>Montaje de seguidores y módulos.....</i>	<i>54</i>
9.6.2.	<i>Montaje de Estación de Potencia.....</i>	<i>54</i>
9.7.	MONTAJE ELÉCTRICO.....	54
9.7.1.	<i>Baja tensión (BT).....</i>	<i>54</i>
9.7.2.	<i>Media tensión (MT).....</i>	<i>55</i>
10.	DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN.....	57
10.1.	INFORMACIÓN GENERAL.....	57
10.2.	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	58
10.3.	TRAZADO.....	59
10.4.	AFECCIONES DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN.....	59
10.4.1.	<i>Afección a líneas eléctricas.....</i>	<i>59</i>
10.4.2.	<i>Afección a carreteras.....</i>	<i>60</i>
10.4.3.	<i>Afección a vías pecuarias.....</i>	<i>61</i>
10.4.4.	<i>Afección a caminos públicos.....</i>	<i>61</i>
10.4.5.	<i>Afección a hidrología.....</i>	<i>62</i>
10.5.	CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	63
10.5.1.	<i>Características del conductor.....</i>	<i>63</i>
10.5.2.	<i>Disposición de montaje.....</i>	<i>64</i>
10.5.3.	<i>Accesorios.....</i>	<i>64</i>
10.5.3.1.	<i>Terminaciones.....</i>	<i>64</i>
10.5.3.2.	<i>Empalmes.....</i>	<i>64</i>
10.5.3.3.	<i>Cable de comunicación.....</i>	<i>65</i>
10.5.4.	<i>Sistema de puesta a tierra.....</i>	<i>65</i>
10.5.5.	<i>Derivaciones.....</i>	<i>66</i>

10.5.6.	<i>Ensayos eléctricos después de la instalación</i>	66
10.5.7.	<i>Canalización</i>	66
10.5.8.	<i>Arquetas</i>	67
10.6.	DISTANCIAS REGLAMENTARIAS A AFECCIONES LSMT.....	67
10.6.1.	<i>Cruzamientos</i>	67
10.6.1.1.	<i>Calles, caminos y carreteras</i>	67
10.6.1.2.	<i>Ferrocarriles</i>	67
10.6.1.3.	<i>Otros cables de energía eléctrica</i>	67
10.6.1.4.	<i>Cables de telecomunicación</i>	68
10.6.1.5.	<i>Canalizaciones de agua</i>	68
10.6.1.6.	<i>Canalizaciones de gas</i>	68
10.6.2.	<i>Proximidades y paralelismos</i>	70
10.6.2.1.	<i>Otros cables de energía eléctrica</i>	70
10.6.2.2.	<i>Cables de telecomunicación</i>	70
10.6.2.3.	<i>Canalizaciones de agua</i>	70
10.6.2.4.	<i>Canalizaciones de gas</i>	71
10.6.2.5.	<i>Acometidas (conexiones de servicio)</i>	72
11.	PLAN DE DESMANTELAMIENTO	72
11.1.	DESCONEXIÓN DE LA RED ELÉCTRICA.....	73
11.2.	DESMANTELAMIENTO	74
11.3.	MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA	76
11.4.	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	76
11.5.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	77
11.6.	PRESUPUESTO	77
12.	RESUMEN DE PRESUPUESTO	79

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Datos generales

1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es la definición de las características de la Instalación Fotovoltaica "Las Prietas" de 6,20 MWp de potencia pico y 5,00MWn de potencia instalada, para la legalización ante los organismos correspondientes.

La energía generada en instalación fotovoltaica se conduce mediante una línea de media tensión desde la estación de potencia hasta el centro de seccionamiento donde se realizará la protección y medida de la instalación, para a su vez evacuar mediante una línea subterránea 20 kV la energía generada hasta las barras del CR ARROYO ESPINO-COL(T), propiedad de I-DE y ubicada en el término municipal de Colmenar Viejo (Madrid).

La instalación fotovoltaica y su línea de evacuación se proyectan en el municipio de Colmenar Viejo municipio perteneciente a la provincia de Madrid.

La finalidad del presente documento es servir de proyecto para la realización de las gestiones necesarias ante las administraciones y los organismos correspondientes, entre otros trámites administrativos para la solicitud de la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción.

1.2. Antecedentes

El consumo energético en la sociedad actual crece de forma notable cada año, por lo que llegará un momento en que los recursos naturales usados actualmente se agotarán o se verán reducidos en gran medida.

Además, los sistemas de generación energética tradicionales, como son las centrales nucleares y las centrales térmicas de carbón, tienen un impacto negativo sobre el medioambiente. Por todo ello, urge la necesidad de desarrollar proyectos de generación de energía mediante fuentes renovables, en los que la generación se realiza mediante fuentes inagotables y respetuosas con el medio ambiente.

En particular, la generación mediante energía solar fotovoltaica como fuente de generación renovable, consiste en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, siendo una de las fuentes más ecológicas debido al bajo impacto ambiental que presenta. Se caracteriza por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO₂, NO_x y SO_x principalmente), no necesitar ningún suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso que es una fuente inagotable.

En este contexto, la promotora Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, SL. es la promotora de la Planta Solar Fotovoltaica Las Prietas en el término municipal de Colmenar Viejo, provincia de Madrid, cuya energía generada evacúa en las barras del

CR ARROYO ESPINO-COL(T) 20 kV en el término municipal de Colmenar Viejo, propiedad de I-DE redes eléctricas inteligentes.

Con fecha de 21 de agosto de 2022 se obtiene el permiso acceso y conexión emitida por I-DE para la evacuación en las barras del CR ARROYO ESPINO-COL(T) 20 kV de la red de distribución para la Planta Solar Fotovoltaica Las Prietas con una capacidad de acceso de 5,00 MW, con número de expediente EXP-28-9041144486.

La conexión a la red de distribución de las instalaciones de generación se realizará de forma subterránea en la sala de MT de la Subestación según los permisos de acceso y conexión.

1.3. Potencia instalada

A continuación, se establecen las potencias del Proyecto tal y como establece el Real Decreto 1183/2020 y Real Decreto-Ley 23/2020.

1.3.1. Capacidad de acceso en el punto de conexión

Tal y como establece el Real Decreto-ley 23/2020 en su artículo 4, la Capacidad de acceso de la Planta Fotovoltaica Las Prietas conforme al permiso de acceso de conexión otorgado por I-DE es de 5,00 MW.

1.3.2. Potencia instalada

Según la disposición final tercera del Real Decreto 1183/2020, la potencia instalada se define como:

“En el caso de instalaciones fotovoltaicas, la potencia instalada será la menor de entre las dos siguientes:

- a) La suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran dicha instalación, medidas en condiciones estándar según la norma UNE correspondiente.
- b) La potencia máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias de los inversores que configuran dicha instalación.

Por lo tanto, para la Instalación Fotovoltaica Las Prietas se obtienen los siguientes valores:

Número de módulos	11.492
Potencia unitaria cara delantera en STC	540
Potencia pico	6,20 MW
Número de inversores	20
Potencia unitaria del inversor (30°C)	250,00 kW
Potencia máxima de inversores	5,00 MW

Tabla 1. Potencia instalada

Según los valores recogidos en la tabla anterior, la potencia instalada de la Planta Fotovoltaica Las Prietas es de 5,00 MW.

1.4. Identificación del titular

El titular del proyecto es la Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, SL, con C.I.F.: B-31914674 y con domicilio a efectos de notificaciones en la Calle Carretera Pamplona Salinas Nº11, 31191, Esquiroz, Navarra.

1.5. Orden de encargo

La sociedad mercantil Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, SL con domicilio en Calle Carretera Pamplona Salinas Nº11, 31191, Esquiroz, Navarra y CIF: B-31914674 encarga a Don Manuel Cañas Mayordomo en representación de Ingnova Enterprise, S.L. con domicilio a efectos de notificaciones en C/ Tomas de Aquino 14, Local en Córdoba (C.P.: 14004) y CIF: B-56006984, la elaboración del "**Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica "Las Prietas" e Infraestructuras de Evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)**"

1.6. Datos del proyectista

El presente proyecto básico ha sido redactado por:

- Proyectista: Manuel Cañas Mayordomo
- Titulación: Ingeniero Técnico Superior
- Proyectista: Daniel Carrero Cabrera
- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino 14, Local en Córdoba (C.P.: 14004)
- CIF: B-56006984

1.7. Justificación del proyecto

Las actuaciones contempladas en el presente proyecto consisten en la construcción de una planta de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables capaz de generar 5,00 MW en el punto de conexión.

La Directiva 2018/2001 de fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables establece los objetivos mínimos en materia de energías renovables que debe alcanzar la Unión Europea, así como cada uno de sus estados miembros, estableciendo:

- Objetivo de energías renovables en el conjunto de la UE del 32% en 2030.
- Mejora del diseño y la estabilidad de los esquemas de apoyo para las energías renovables.

- Busca racionalizar y reducir los procedimientos administrativos.
- Establece un marco regulatorio claro y estable para el autoconsumo.
- Pone al ciudadano en el centro de la Unión de la Energía mediante, entre otros, la creación de la figura de la comunidad de energía renovable.
- Aumenta el nivel de ambición en los sectores del transporte y de calefacción/refrigeración.
- Mejora la sostenibilidad de la bioenergía.

Además, desde el sector eléctrico español se encuentra en fase de borrador el nuevo Plan Nacional de Energía y Clima 2021-2030, mediante el cual se pretenden cumplir los siguientes objetivos:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de energías renovables sobre el consumo total de energía final.
- 39,5% de mejora de la eficiencia energética.
- En 2050, el objetivo es alcanzar la neutralidad climática con la reducción de al menos un 90% de nuestras emisiones brutas totales de GEI, en total coherencia con los objetivos de la Unión Europea. Además, alcanzar un sistema eléctrico 100% en 2050.
- La economía se electrifica con mayor intensidad gracias a las medidas introducidas. El consumo final de electricidad pasa de representar un 23% del mix de energía final en 2015 al 27% en 2030.
- En el año 2030 se prevé una potencia total instalada en el sector eléctrico de 160.837 MW, de los que 50.333 serán energía eólica, 39.181 solar fotovoltaica, 26.612 centrales de ciclo combinado de gas, 17.296 hidráulica y bombeo mixto y 7.303 solar termoeléctrica.
- Prevé añadir otros 59 GW de potencia renovable y 6 GW de almacenamiento (3,5 GW de bombeo y 2,5 GW de baterías), con una presencia equilibrada de las diferentes tecnologías renovables.
- El nivel de penetración de energías renovables en el sector de la generación eléctrica alcanzará en 2030 el 74%, desde el aproximadamente 38-40% actual.
- La generación eléctrica prevista para el año 2030 es de 346.290 GWh. Las principales contribuciones a dicha generación provendrán de las siguientes fuentes: la eólica aportará 119.520 GWh; la solar fotovoltaica 70.491; la hidráulica, 28.351; la nuclear 24.952, los ciclos combinados, 32.725.
- No será necesaria la presencia de potencia de generación de respaldo adicional de centrales de gas para cubrir los periodos de baja generación renovable.
- El sector eléctrico presentará una reducción de emisiones de un 72% entre los años 2017 y 2030.
- El sector energético será el sector de la economía que lidera la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- La inversión total requerida para la transformación del sector eléctrico (renovables y redes) superará los 150.000 millones de euros a lo largo de la década 2021-2030. Incluirá las inversiones en tecnologías renovables y en la

ampliación y modernización de las redes de transporte y distribución. Esa inversión será realizada mayoritariamente por el sector privado.

Por lo tanto, las instalaciones fotovoltaicas generan electricidad a partir de fuentes de energía que poseen la capacidad de regenerarse por sí mismas por lo que son inagotables si se utilizan de forma sostenible.

Este tipo de proyectos presentan numerosas ventajas respecto a otras instalaciones energéticas, entre las que se encuentran:

- a. Disminución de la dependencia de fuentes fósiles para el abastecimiento energético, contribuyendo a la implantación de un sistema energético favorable y sostenible y a una diversificación de las fuentes primarias de energía.
- b. Utilización de recursos renovables.
- c. No emisión de CO₂ y otros gases contaminantes a la atmósfera.
- d. Baja tasa de producción de residuos y vertidos contaminantes en su fase de operación.

Según lo expuesto anteriormente, se justifica que la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables es de utilidad pública e interés social.

1.8. Normativa de aplicación

El presente proyecto ejecutivo se ha elaborado teniendo en cuenta la siguiente normativa:

Normativa energética

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía.
- Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuo.
- Real Decreto – Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Normativa Local

- Plan General de Ordenación Urbanística de Colmenar Viejo.

Instalaciones eléctricas

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus ITC-BT-01 a 52.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión aprobado por el real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de eléctricas de alta tensión y sus instrucciones complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen las normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de Autogeneración eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

Obra civil

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Real Decreto 314/2006, de 17 marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1991 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967.
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras.

- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de señalización de obras fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

Seguridad y salud

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre dimensiones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre "Señalizaciones de Obras" y consideraciones sobre "Limpieza y Terminación de las Obras".
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2014, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección para la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

2. Caracterización de la Zona

2.1. Situación

La Planta Solar Fotovoltaica Las Prietas se localiza en el término municipal de Colmenar Viejo (Madrid), ubicada al este del núcleo urbano de Colmenar Viejo. El fin de la instalación es la generación de energía eléctrica e inyección a la red en el nudo de distribución CR ARROYO ESPINO-COL(T) 20 kV.

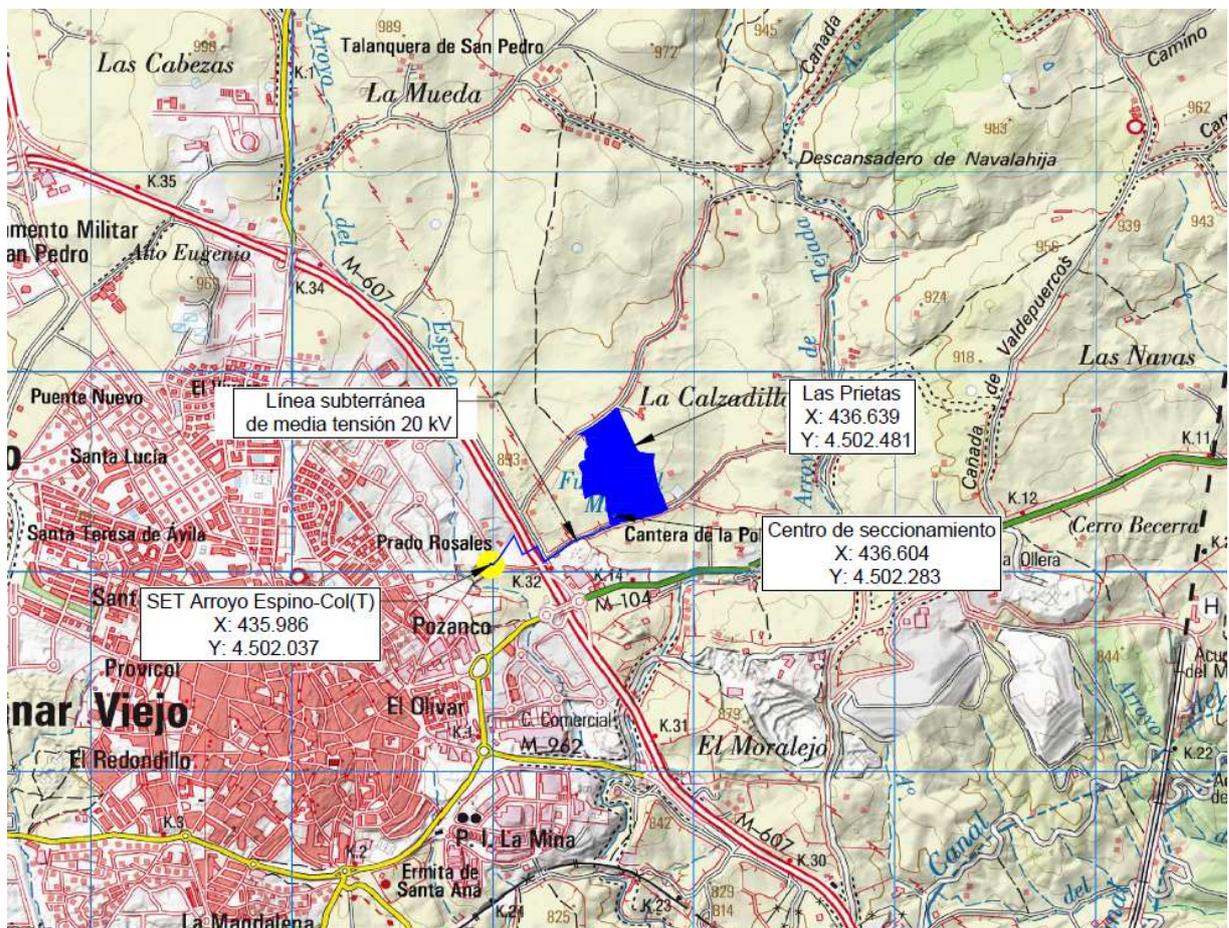


Ilustración 1. Situación Las Prietas

Las coordenadas del centro geométrico de la planta son las siguientes:

Coordenadas UTM Huso 30	
X	435.986
Y	4.502.037

Tabla 2. Coordenadas del emplazamiento

El recinto donde se implantará la instalación fotovoltaica pertenece al término municipal de Colmenar Viejo, provincia de Madrid. La parcela catastral en la que se ubicará la instalación fotovoltaica es la siguiente:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie (m ²)
Colmenar Viejo	57	17	28045A057000170000LB	147.252

Tabla 3. Datos catastrales

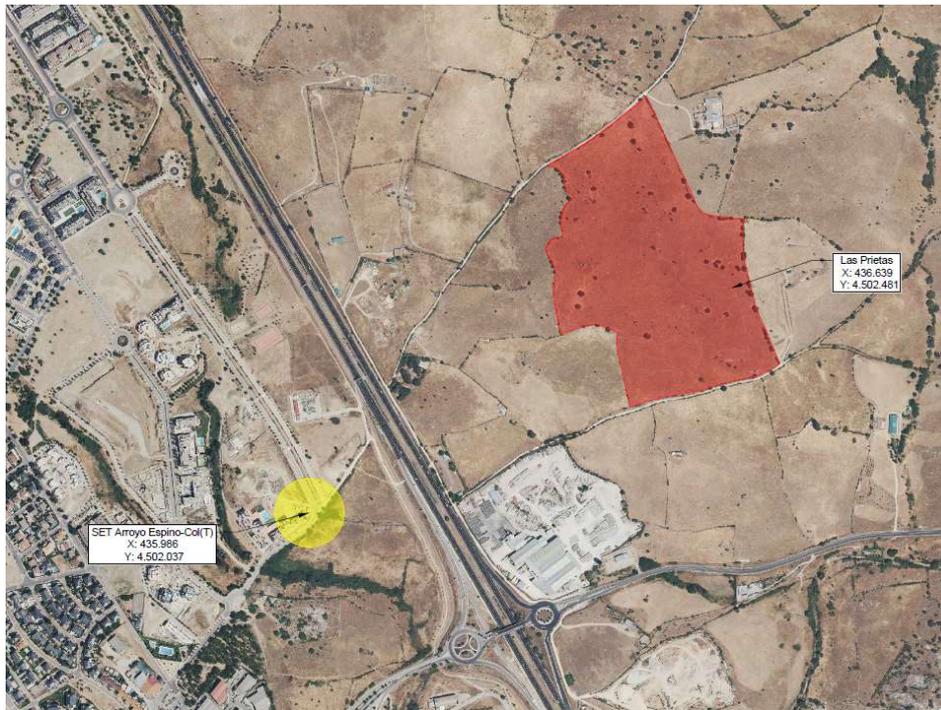


Ilustración 2. Parcela Las Prietas

Las coordenadas del vallado perimetral son las siguientes:

Coordenadas UTM ETRS89 Huso 30	
X	Y
436.591	4.502.274
436.683	4.502.287
436.828	4.502.316
436.797	4.502.472
436.775	4.502.574
436.674	4.502.667
436.612	4.502.696
436.516	4.502.696
436.479	4.502.609
436.466	4.502.427
436.555	4.502.396

Tabla 4. Coordenadas vallado perimetral

La superficie total de la parcela es 14,72 Ha, cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica mediante su cerramiento perimetral es de 9,98 Ha con una longitud de vallado de 1.148,59 m.

La estación de potencia de la planta solar se conectará a través de una red subterránea de tensión 20 kV con el Centro de Seccionamiento de la instalación.

Posteriormente, desde Centro de Seccionamiento saldrá una Línea Subterránea en 20 kV hasta las barras del CR ARROYO ESPINO-COL(T) 20 kV.

En los Planos Nº 1.1: Situación y Nº 1.2: Emplazamiento se podrá observar con más detalle el emplazamiento de la instalación fotovoltaica.

2.2. Accesos a la planta

El acceso principal a la Planta Solar se proyecta a través de caminos públicos existentes. Además, se ejecutará un acceso para el Centro de Seccionamiento.

Las coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30) de referencia de las puertas de acceso de la Planta Solar Las Prietas son las siguientes:

Acceso	X	Y
Acceso principal	436.662	4.502.284
Acceso CS	436.601	4.502.275

Tabla 5. Accesos a la planta solar

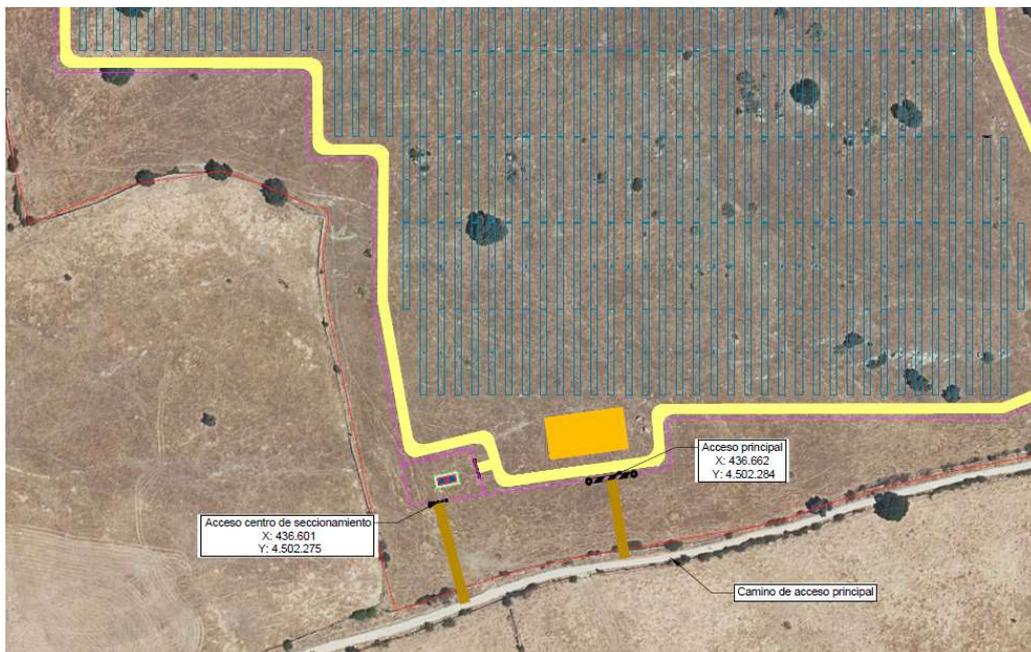


Ilustración 3. Accesos a la planta solar

2.3. Estudio de afecciones planta solar

Los organismos competentes que pudieran verse afectados por la implantación del Proyecto son los listados a continuación:

- Ayuntamiento de Colmenar Viejo

- Confederación Hidrográfica del Tajo
- Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico
- I-DE redes eléctricas inteligentes
- Red Eléctrica de España
- Conserjería de Turismo, Cultura y Deporte de Madrid

2.3.1. Afeción a Red Natura 2000

Tal y como se muestra en la siguiente imagen, el emplazamiento de la planta solar fotovoltaica no tiene afeción directa sobre zonas de la Red Natura 2000.

A más de 4,00 kilómetros al oeste del emplazamiento se encuentra la zona LIC denominada Cuenca del río Manzanares, con código ES3110004.

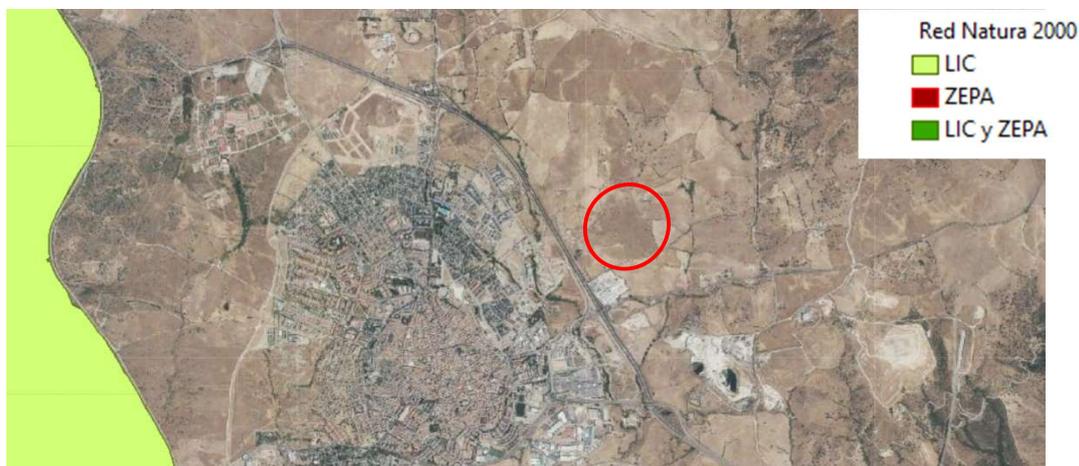


Ilustración 4. Red natura 2000

2.3.2. Afeción a Montes de Utilidad Pública

Como se puede apreciar a continuación, no se observan ningún tipo de Montes de Utilidad Pública en las parcelas de la Planta Solar.

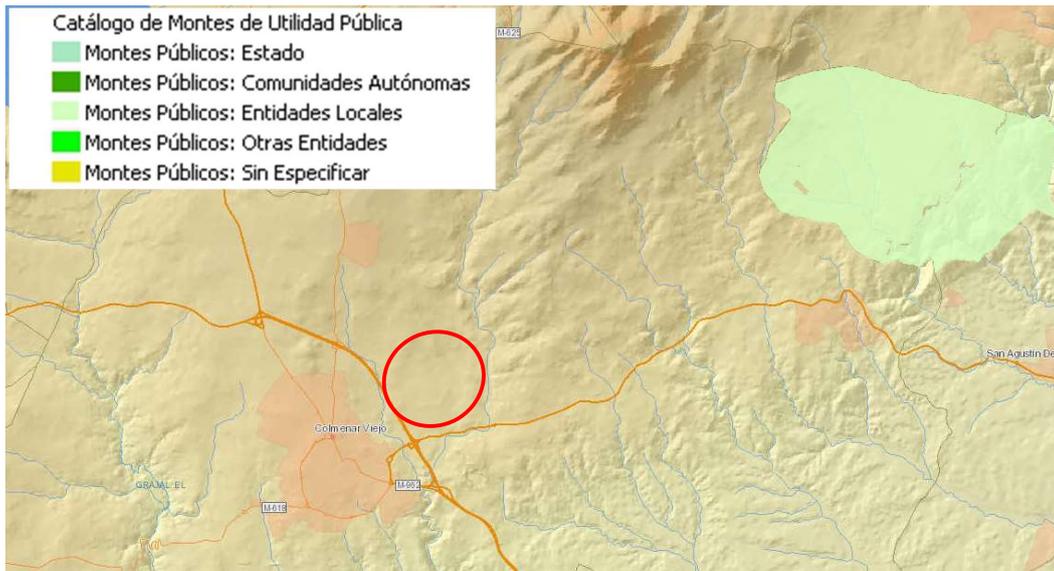


Ilustración 5. Montes de utilidad pública

2.3.3. Riesgo Sísmico

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad, g , la aceleración sísmica básica, a_b - un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno- y el coeficiente de contribución K , que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

La figura que se muestra a continuación ilustra la evaluación de los riesgos sísmicos y volcánicos en la zona de actuación del Proyecto, que como se puede observar, están clasificados de riesgo bajo (aceleración entre $0,01g$ y $0,02g$) y una intensidad de $<VI$ en la Escala de Mercalli.



Ilustración 6. Mapa de riesgo sísmico

2.3.4. Afección a carreteras

En base al *Artículo 33. Zona de limitación a la Edificabilidad*, de la *Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras*, se establecen las siguientes distancias mínimas para carreteras nacionales:

- *"A ambos lados de las carreteras del Estado se establece la línea límite de edificación, que se sitúa a 50 metros en autopistas y autovías y a 25 metros en carreteras convencionales y carreteras multicarril, medidos horizontal y perpendicularmente a partir de la arista exterior de la calzada más próxima. La arista exterior de la calzada es el borde exterior de la parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos en general.*

La franja de terreno comprendida entre las líneas límite de edificación establecidas en las respectivas márgenes de una vía se denomina zona de limitación a la edificabilidad. Queda prohibido en esta zona cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, incluidas las que se desarrollen en el subsuelo, o cambio de uso, a excepción de las que resultaren imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las construcciones o instalaciones ya existentes".

No existe ninguna carretera que se encuentre cerca de las instalaciones por lo que no tendría alguna afección sobre la misma.

2.3.5. Afección a línea eléctrica

Al noroeste de la parcela discurre una línea eléctrica que no llega a afectar a la zona de la planta fotovoltaica.



Ilustración 7. Línea eléctrica existente

2.3.6. Afección a líneas férreas

De acuerdo a la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario, se establecen las siguientes restricciones:

- **Zona de Dominio Público:** *Comprenden la zona de dominio público los terrenos ocupados por las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General y una franja de terreno de ocho metros a cada lado de la plataforma, medida en horizontal y perpendicularmente al eje de la misma, desde la arista exterior de la explanación.*
- **Zona de Protección:** *La zona de protección de las líneas ferroviarias consiste en una franja de terreno a cada lado de las mismas delimitada, interiormente, por la zona de dominio público definida en el artículo anterior y, exteriormente, por dos líneas paralelas situadas a 70 metros de las aristas exteriores de la explanación.*
- **Límite de Edificación:** *ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General se establece la línea límite de edificación, desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, a excepción de las que resultaren imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las edificaciones existentes.*

La línea límite de edificación se sitúa a cincuenta metros de la arista exterior más próxima de la plataforma, medidos horizontalmente a partir de la mencionada arista.

No existe ninguna línea férrea que se encuentre cerca de las instalaciones por lo que no tendría alguna afección sobre la misma.

2.3.7. Afección a la red hidrográfica

En la zona de actuación del Proyecto se localizan diferentes cauces pertenecientes a la "Confederación Hidrográfica del Tajo".



Ilustración 8. Confederación hidrográfica del Tajo

Como se puede comprobar en la siguiente imagen, la implantación del proyecto queda fuera de la zona inundable para T = 500 años.

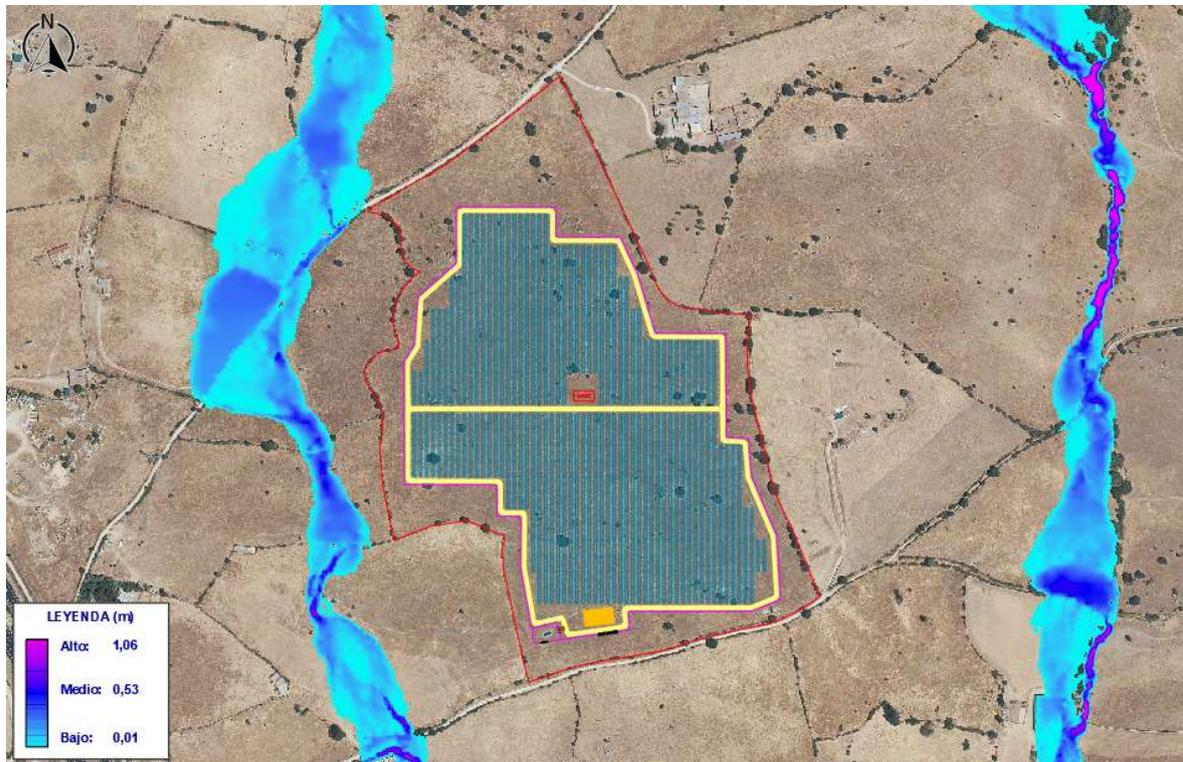


Ilustración 9. Afección hidrológica

Destacar que los cauces no quedan afectados por la implantación según lo establecido en la delimitación de Dominio Público, respetando la zona de servidumbre y la zona inundable.

En base a lo definido por la "Delimitación del Dominio Público Hidráulico se establecen las siguientes distancias mínimas:

- Zona de Servidumbre: corresponde a la franja de 5 m que linda con el cauce, dentro de la zona de policía, y que se reserva para usos de vigilancia, pesca y salvamento.
- Zona de Policía: es la constituida por una franja lateral de 100 m de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce, en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen. Su tamaño se puede ampliar hasta recoger la zona de flujo preferente, la cual es la zona constituida por la unión de la zona donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

En el apartado 2.3.7.3. *Afección por flujo preferente y zonas inundables* se profundiza en la Delimitación del Dominio Público Hidráulico del proyecto.

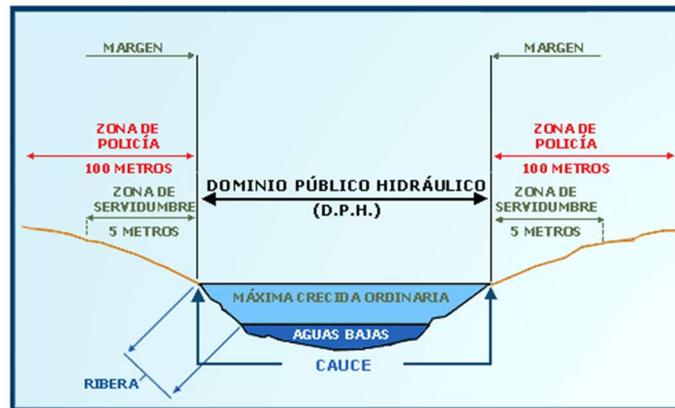


Ilustración 10. Zonificación del espacio fluvial (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

2.3.7.1. Disponibilidad de recursos hídricos

Para la limpieza de las instalaciones, así como para el mantenimiento de las placas solares se contratará una empresa autorizada que se encargará de realizar esas labores y que contará con las autorizaciones pertinentes que se presentarán debidamente en este organismo cuando se formalice la contratación.

2.3.7.2. Evacuación de aguas pluviales

En cuanto al trasvase de aguas pluviales, se realizará si fuese necesario, un sistema de evacuación de aguas que evacúe todas las pluviales hacia los drenajes naturales de las fincas. El sistema de drenaje debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua al terreno. El drenaje de las aguas de escorrentía superficial será canalizado mediante una red de cunetas longitudinales en los viales de la instalación fotovoltaica. Estas cunetas captarán las escorrentías y las conducirán hasta los puntos bajos del trazado, donde se localizan las obras de fábrica de paso de pluviales bajo los caminos, que dan continuidad a la red de drenaje natural de la parcela. Se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas provenientes de fincas colindantes.

En ningún caso se trasvasarán aguas pluviales a una cuenca distinta a la aportadora. Así mismo, se respetarán los actuales puntos de desagüe a los cauces, es decir, no se trasladarán ni se crearán otros distintos que puedan provocar perjuicio a terceras aguas abajo.

No se construirán obras sobre el DPH que impidan o dificulten la continuidad longitudinal de los cauces, así como obras de protección (sobreelevaciones del terreno, muros...) frente a avenidas.

Para todas las actuaciones descritas se solicitará la autorización expresa por parte del organismo de Cuenca.

2.3.7.3. Afección por flujo preferente y zonas inundables

En el Real Decreto 849/1986, se especifica lo siguiente con respecto a las actividades en la zona de policía:

Para realizar cualquier tipo de construcción en zona de policía de cauces, se exigirá la autorización previa al organismo de cuenca, a menos que el correspondiente Plan de Ordenación Urbana, otras figuras de ordenamiento urbanístico o planes de obras de la Administración, hubieran sido informados por el organismo de cuenca y hubieran recogido las oportunas previsiones formuladas al efecto. En todos los casos, los proyectos derivados del desarrollo del planeamiento deberán ser comunicados al organismo de cuenca para que se analicen las posibles afecciones al dominio público hidráulico y a lo dispuesto en el artículo 9, 9 bis, 9 ter, 9 quáter, 14 y 14 bis del citado Real Decreto.

El procedimiento de actuación administrativa aparece definido en los artículos 240 a 242 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Resulta necesario, en ciertos casos, definir con claridad los límites del dominio público hidráulico y sus zonas asociadas, con objeto no sólo de proteger dicho dominio sino también de poder evitar o disminuir riesgos potenciales en áreas contiguas de propiedad privada.

En lo que respecta al presente apartado de "afección por flujo preferente y zonas inundables", atendiendo a las limitaciones de usos aplicables a nivel estatal definidas en los artículos 9 bis, 9 ter, 9 quáter y 14 bis del Reglamento de Dominio Público Hidráulico para las instalaciones objeto del proyecto no resulta limitante las avenidas de T100 y T500, debiéndose respetar exclusivamente, para la tipología de actuación proyectada, los límites establecidos por la Zona de Servidumbre y Zona de Flujo Preferente.

En las áreas afectadas por la Zona de flujo preferente y en las Zonas de Servidumbre no se ocuparán con módulos fotovoltaicos ni instalación alguna. Asimismo, no se realizarán acopios de material ni se almacenarán residuos que puedan ser arrastrados o que puedan degradar el DPH.

2.3.7.4. Saneamiento y depuración

En la fase de explotación no se prevén vertidos de agua residuales, mientras que en la fase de construcción se instalarán baños químicos portátiles que serán gestionados por un gestor autorizado.

Para el resto de residuos y/o vertidos se llevarán a cabo las siguientes medidas preventivas y correctoras:

- El parque de maquinaria y las instalaciones auxiliares se ubicarán en una zona donde las aguas superficiales no vayan a ser afectadas. Se realizarán las labores de mantenimiento y lavado de la maquinaria en áreas específicas acondicionadas a tal efecto.
- Se protegerán los cauces de la llegada de sedimentos con el agua de escorrentía mediante la instalación de barreras de sedimentos.
- Todas las instalaciones de almacenamiento y distribución de sustancias susceptibles de contaminar el medio hídrico, como los depósitos de combustibles, deberán ir selladas y ser estancas, para evitar su filtración y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

- Los aceites usados y residuos peligrosos que pueda generar la maquinaria de la obra y los transformadores, se recogerán y almacenarán en recipientes adecuados para su evacuación y tratamiento por gestor autorizado, al igual que los lodos procedentes de la balsa de sedimentación o el material de absorción de los derrames de aceites y combustibles.
- En fase de explotación, las instalaciones requieren agua para la limpieza de paneles, que no contendrán productos químicos de ningún tipo.
- En fase de explotación no se prevén vertidos de ningún tipo.

2.3.7.5. Justificación de la no alteración del flujo de avenida por la instalación

Las estructuras de placas fotovoltaicas no deben considerarse como una actividad vulnerable frente a las avenidas ni tampoco suponen una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía. Esto se justifica por:

- Carecen de cimentación que sobresalga del terreno (son hincadas directamente al suelo)
- Las hincas (pilares de la estructura) son perfiles de acero conformado en frío o laminado calidad S-275 o S-355, con un tratamiento superficial de las superficies de la estructura a base de galvanizado en caliente por inmersión.
- La altura mínima sobre el terreno de la estructura portante es de 0.5 m de forma que existe un margen para que fluya el agua libremente debajo de ellas. En las zonas donde sea necesario esta zona puede ampliarse.

Por tanto, permiten el flujo del agua por debajo de las estructuras, sin alterarlo.

2.3.8. Afección urbanística

Según el Plan General Urbanístico (PGOU) de Colmenar Viejo, la parcela objeto del proyecto se ubica en **Suelo No urbanizable y Zona de protección arqueológica C**, en la categoría de **Ganadería N1**.

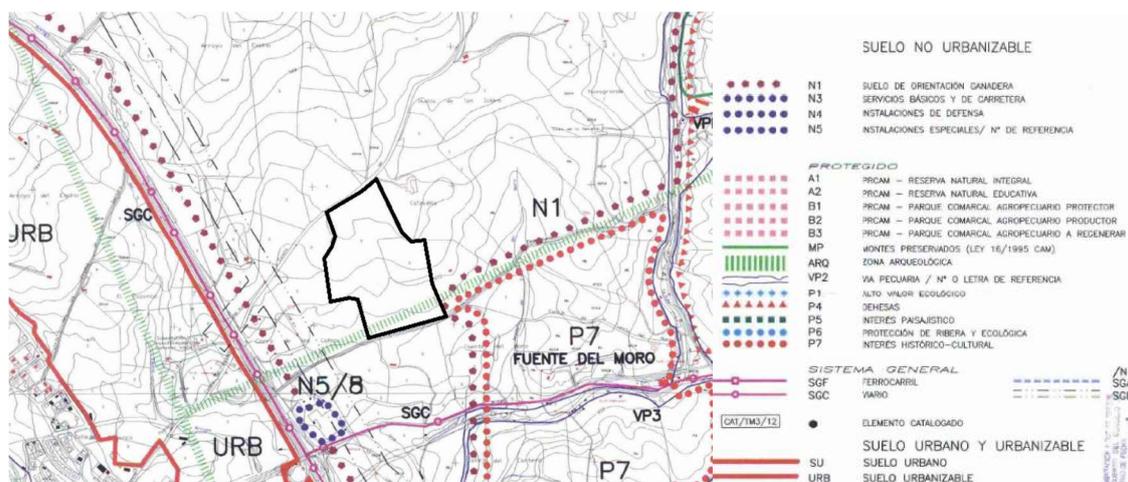


Ilustración 11. Clasificación suelo.

En relación a la actividad de la planta solar fotovoltaica, se trata de una actividad económica incluida dentro del Cuadro de Clasificación de Usos del Plan General, con el

uso Industrial – Industria, tratándose de instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red. Por lo tanto, la actuación propuesta está comprendida dentro de un uso autorizable sobre estos terrenos y compatible con el planeamiento urbanístico que le es de aplicación.

Por lo tanto, se considera que la parcela es **compatible urbanísticamente** para el desarrollo de la instalación fotovoltaica.

3. Funcionamiento

Durante las horas diurnas, la planta fotovoltaica generará energía eléctrica, en una cantidad casi proporcional a la radiación solar existente en el plano del campo fotovoltaico. La energía generada por el campo fotovoltaico, en corriente continua, es inyectada en sincronía a la red a través de los inversores una vez transformada por éstos en corriente alterna. Esta energía es contabilizada y vendida a la compañía eléctrica de acuerdo con el contrato de compra-venta previamente establecida con ésta.

Durante las noches el inversor deja de inyectar energía a la red y se mantiene en estado de "stand-by" con el objetivo de minimizar el consumo de la planta. En cuanto sale el sol y la planta genera suficiente energía, la unidad de control y regulación comienza con la supervisión de la tensión y frecuencia de red, iniciando la alimentación si los valores son correctos. La operación de los inversores es totalmente automática.

El conjunto de protecciones de interconexión, que posee cada uno de los inversores, está básicamente orientado a evitar el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica. En caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar. Esta medida es de protección tanto para los equipos como para las personas que puedan operar en la línea, sean usuarios o, eventualmente, operarios de mantenimiento de la misma.

Esta forma de generación implica que solo hay producción durante las horas de sol, no existiendo elementos de acumulación de energía eléctrica (baterías).

4. Descripción de la instalación solar.

Las instalaciones fotovoltaicas de conexión a red eléctrica se componen de dos partes fundamentales, por un lado, se encuentra el generador fotovoltaico donde se recoge y se transforma la energía de la radiación solar en electricidad, mediante los módulos fotovoltaicos, y otra parte que se encarga de transformar la energía eléctrica de corriente continua a corriente alterna que se realiza en el inversor y en los transformadores, para su posterior inyección a la red.

La presente planta solar fotovoltaica está compuesta por 11.492 módulos fotovoltaicos bifaciales del modelo *LR5-72HBD de 540 Wp* de Longi o similar, que forman un campo solar de una potencia pico de 6,20 MWp. Dichos módulos estarán distribuidos en 442 cadenas de 26 módulos en serie cada una, las cuales se agruparán en 442 trackers con un string.

Estos módulos fotovoltaicos transforman la radiación solar en energía eléctrica, produciendo corriente continua, por lo que para transformar la corriente continua en corriente alterna se instalan inversores fotovoltaicos. En el presente proyecto se ha previsto el uso de veinte (20) inversores modelo SG250HX de Sungrow o similar, los cuales dotan a la instalación de una potencia de inversores a 30 °C de 5,00 MVA, siendo el ratio CC/CA de 1,24.

La energía generada en las estaciones de potencia será conducida por medio de una red de media tensión (MT) subterránea de 20 kV hasta las celdas de MT del centro de seccionamiento, el cual se proyecta en el sur de la Planta. Posteriormente, la energía del centro de seccionamiento, se evacuará a través de una LSMT de 20 kV que finalizará en las barras del CR ARROYO ESPINO-COL(T).

El punto de medida principal de la energía generada por la instalación se encontrará en las celdas de MT (20 kV) del Centro de Seccionamiento. La medida de la energía cumplirá con lo dispuesto en el RD1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, referente a medida, seguridad y calidad industrial para permitir y garantizar la correcta medida de la energía eléctrica.

4.1. Características Principales

A continuación, se presentan las características principales de la planta:

Elemento	Parámetro	Unidad	
Módulo FV	Fabricante y modelo	-	Longi LR5-72HBD
	Tecnología	-	Bi-facial
	Potencia	Wp	540
	Número de módulos	Qty	11.492
Estructura Soporte	Tipo	-	Seguidor Horizontal de 1 eje N-S
	Fabricante y modelo	-	PVHardware Monoline 1Vx26
	Configuración	-	1V
	Pendiente N-S tolerada	%	23,5
	Número de estructuras	Qty	442 de 1Vx26
Inversor	Tipo	-	String
	Fabricante y modelo	-	Sungrow SG250HX
	Potencia AC a 30 °C	kW	250
	Potencia AC a 50 °C	kW	200
	Número de inversores	Qty	20
Centro de Transformación	Fabricante y modelo	-	Sungrow MVS6300-LV
	Potencia AC a 30°C	kVA	7.000
	Número de centros de transformación	Qty	1
Parámetros de Diseño	Tª de diseño	°C	30
	Nº de módulos / string	Qty.	26

Elemento	Parámetro	Unidad	
	Pitch	m	6,00
	Nº de strings	Qty	442
	Potencia de acceso en el Punto de conexión	MW	5,00
	Potencia Pico	MW	6,20
	Potencia Instalada	MW	5,00

Tabla 6. Características generales de la planta fotovoltaica

4.2. Configuración eléctrica

La Planta Solar Fotovoltaica producirá energía eléctrica a partir de la radiación solar incidente sobre los paneles fotovoltaicos colocados sobre estructuras con seguimiento al sol a un eje horizontal, lo cual favorecerá en gran medida la energía generada por la Planta. Posteriormente, gracias a los inversores fotovoltaicos, se transformará la corriente continua en corriente alterna y el transformador (ubicado en la estación de potencia) elevará la tensión de Baja Tensión (BT) a Media Tensión (MT).

La configuración eléctrica de la Instalación Fotovoltaica se resume en las siguientes tablas:

Estación de potencia	Nº strings	Potencia pico (kWp)	Nº inversores	Potencia nominal (KVA)	Ratio CC/CA
EP1	442,00	6.205,68	20,00	5.000,00	1,24

Tabla 7. Configuración planta fotovoltaica (1 de 2)

Estación de potencia	Inversor nº	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
EP1	1	22	572	308,88
	2	22	572	308,88
	3	22	572	308,88
	4	22	572	308,88
	5	22	572	308,88
	6	22	572	308,88
	7	23	598	322,92
	8	22	572	308,88
	9	22	572	308,88
	10	23	598	322,92
	11	22	572	308,88
	12	22	572	308,88
	13	22	572	308,88
	14	22	572	308,88
	15	22	572	308,88
	16	22	572	308,88
	17	22	572	308,88
	18	22	572	308,88

Estación de potencia	Inversor nº	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
	19	22	572	308,88
	20	22	572	308,88
Total	3,00	442,00	11.492,00	6.205,68

Tabla 8. Configuración planta fotovoltaica (2 de 2)

5. Componentes de la instalación fotovoltaica

5.1. Módulos fotovoltaicos

La instalación fotovoltaica se compone de 11.492 módulos fotovoltaicos bifaciales del modelo LR5-72HBD de 540 Wp de Longi o similar, que forman un campo solar de una potencia pico de 6,20 MWp. A continuación, se muestran las principales características de los módulos:

Módulos fotovoltaicos (LR5-72HBD)	STC	NOCT
Potencia máxima (W)	540	403,30
Voltaje máximo (Vmp)	41,65	38,83
Corriente máximo (Imp)	12,97	10,39
Voltaje circuito abierto (Voc)	49,50	46,31
Corriente cortocircuito (Isc)	13,85	11,19
Eficiencia STC (%)	21,10	
Temperatura operación (°C)	-40 °C / +85°C	
Voltaje máximo del sistema (V)	1500	
Capacidad máx. de fusible serie	30	
Coef. de temperatura de Pmax (%/°C)	-0,35	
Coef. de temperatura de Voc (%/°C)	-0,284	
Coef. de temperatura de Isc (%/°C)	0,050	

Tabla 9. Características módulo fotovoltaico

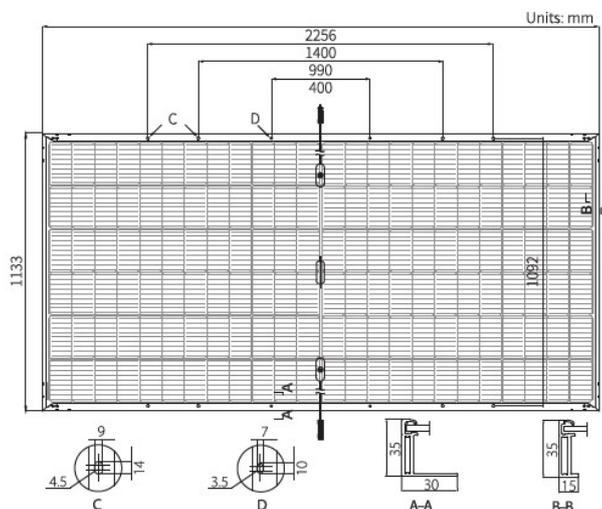


Ilustración 12. Módulo fotovoltaico

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, acreditándolo mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Además, cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnéticas (2004/108/CE).

En el *Anejo 6: Fichas Técnicas* se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

5.2. Inversor fotovoltaico

La corriente generada en los módulos fotovoltaicos es corriente continua, y tendrá que ser convertida a corriente alterna con las mismas características que la red de distribución de electricidad, para poder ser cedida a ella. Esto se consigue mediante los inversores de corriente.

Los inversores dispuestos en el proyecto son tipo string, concretamente el modelo SG250HX de Sungrow o similar. El número de inversores necesarios, teniendo en cuenta, la potencia de la planta y la potencia unitaria de cada inversor será de veinte (20) unidades a las cuales se conectarán 442 strings de 26 módulos en serie cada uno, dotando a la instalación de una potencia instalada de 5,00 MW.

Los inversores cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE).



Ilustración 13. SG250HX

De forma general, las características de inversor empleado son las siguientes:

Inversor (SG250HX)	
Valores de entrada CC	
Tensión máxima de entrada (V)	1.500
Rango de tensión por MPP (V)	860 1.300
Máxima Corriente CC (A)	312
Máxima Corriente Cortocircuito CC (A)	600

Inversor (SG250HX)	
Valores de salida CA	
Potencia nominal a 50 °C (kVA/kW)	200
Potencia máxima a 30 °C (kVA/kW)	250
Tensión nominal de salida (V)	800
Intensidad máxima de salida (A)	180,5
Frecuencia nominal de red de CA (Hz)	50/60
Distorsión armónica total máxima	< 3%
Eficiencia	
Eficiencia máxima	99,00 %
Eficiencia europea	98,80 %

Tabla 10. Características inversor fotovoltaico

El inversor cumple con lo dispuesto en los estándares EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100, así como con el P.O.12.3 de conexión a red.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de los módulos fotovoltaicos, el polo negativo CC del inversor se conectará a la red de tierras.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado y presentan las siguientes características de funcionamiento:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).

Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.

- Características de la señal generada

La señal generada por el inversor está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.

- Protecciones

- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (49Hz-51Hz), el inversor interrumpe inmediatamente su funcionamiento pues esto indicaría que la red es inestable, o procede a operar en modo isla hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.

- Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo, el inversor interrumpe su funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático (artículo 11.4, artículo 11.3 y artículo 11.7 a), RD1699/2011).
- Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento (artículo 8.2 y 11.6, RD1699/2011).
- Tensión del generador fotovoltaico baja: Es la situación en la que se encuentra durante la noche, o si se desconecta el generador solar. Por tanto, el inversor no puede funcionar.
- Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente: El inversor detecta la tensión mínima de trabajo de los generadores fotovoltaicos a partir de un valor de radiación solar muy bajo, dando así la orden de funcionamiento o parada para el valor de intensidad mínimo de funcionamiento.
- El inversor incluye interruptor automático en la salida CA.
- Los inversores estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.

Los inversores serán provistos del software de aplicación para la configuración de los equipos y extracción de datos, otorgando plenos derechos al administrador e incluyendo el acceso a sus parámetros funcionales.

Además, los inversores deben ir acompañados de planos de cableado, manuales de instalación, operación y mantenimiento, incluyendo lista de parámetros, valores, tolerancias de alarma / advertencia y funcionamiento, en español.

En el Anejo 6: Fichas Técnicas se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

5.3. Estructura soporte (seguidores)

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre una estructura de soporte que permita un buen anclaje al terreno y proporcione la inclinación idónea de los mismos en cada momento, realizando un seguimiento solar este – oeste, con eje norte – sur.

Además de resistir con el peso de los módulos fotovoltaicos, esta estructura de soporte debe resistir las sobrecargas de viento y nieve, tal y como establece el código técnico de la edificación.

El seguidor solar consigue incrementar la productividad de los módulos con respecto a un sistema fijo, en más de un 20 %, lo que permite maximizar la instalación con el mismo número de módulos fotovoltaicos.

Cada seguidor solar cuenta con un autómata PLC independiente de los demás y programable, mediante el cual el seguidor realiza el seguimiento solar astronómico, actúa en función del clima exterior y permite una operación a distancia.

Los seguidores se conectan a una estación meteorológica que con la ayuda de autómata PLC, se orienta ante las diversas situaciones climatológicas. La programación del autómata permite actuar al seguidor ante nieve, tormenta eléctrica, niebla, oscuridad y viento.

Estos seguidores funcionan mediante un accionamiento rotativo electromecánico irreversible con motor reductor de alta eficiencia de 155 W de potencia.

La estructura de soporte empleada permitirá las dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, tal y como establece el fabricante en sus especificaciones.

La estructura de soporte escogida para la presente instalación fotovoltaica es el modelo Monoline 1V de la marca PVHardware o similar, y se trata de un seguidor a un eje este – oeste, con eje norte – sur.

Esta estructura de soporte se compone de dos ejes principales simétricos con respecto a una unidad de giro central, alineados en dirección norte – sur. Encima de las vigas principales se instalan los módulos fotovoltaicos. La estructura esta soportada por una serie de pilares formados por perfiles tipo HEB y C hincados 1,50 metros en el terreno.

Cada seguidor es independiente entre sí desde el punto de vista estructural, y tienen la capacidad de adaptarse a pendientes de hasta 23,5% hacia el eje norte – sur.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales, mediante galvanización en caliente, que garantice la integridad de la estructura durante la vida útil de la instalación fotovoltaica.

El dimensionamiento de los pilares irá precedido de un estudio geotécnico del terreno, que limitará la profundidad necesaria de hincado y su dimensión óptima, de forma que se aprovechen los materiales de forma óptima.

Los datos técnicos del seguidor son los siguientes:

Características del seguidor	
Fabricante	PVHardware o similar
Seguimiento	Horizontal 1 eje N-S
Ángulo de seguimiento (°)	±60°
Disposición de módulos	1V
Configuración	1Vx26
Filas por seguidor	Monofila
Pendiente admisible N-S (%)	Hasta 23,5%
Pendiente admisible E-O (%)	Ilimitada
Opciones Cimentación	Hincado directo / Pre-drilling + hincado / Micropilote/

	Predrilling + compactado + hincado
Algoritmo de Seguimiento	Astronómico
Back-tracking	Sí
Comunicación	Cableado RS485/RS-422/Ethernet/wifi
Garantías estándar	Estructura 10 años Componentes comerciales 2 años

Tabla 11. Datos técnicos estructura soporte

En el Anejo 6: Fichas Técnicas se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

5.4. Estación de potencia tipo skid

Una vez que los inversores fotovoltaicos han transformado la energía eléctrica a corriente alterna, se dirige a la estación de potencia para elevar la tensión de la energía generada. El transformador se instala en una estación de potencia. Para el presente proyecto se ha optado por la Estaciones de Potencia modelo MVS6300-LV del fabricante Sungrow o similar.

Se prevé la conexión de veinte (20) inversores conectados a cada estación de potencia siendo necesarias una (1) estaciones de potencia para este proyecto. Cada estación de Potencia incluye un transformador de 7.000 kVA (30°C), así como las celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos. La Cabina de transformación se ubicará con preferencia en una posición centrada respecto al generador fotovoltaico al que está conectado, respetando las distancias necesarias para evitar sombras, y accesible a través de un camino transitable por vehículos de carga.

La estación de potencia es una plataforma compacta y resistente con todos los equipos de media tensión integrados. Incluye un transformador outdoor de media tensión, celdas de protección y desconexión, cubas de aceite y filtros. El transformador de potencia elevará la energía procedente del inversor de 800 V a 20 kV.

A continuación, se muestra una imagen de la estación de potencia:



Ilustración 14. Estación de Potencia MVS6300-LV

Cada una de las cabinas de transformación tipo incluirá al menos los siguientes componentes:

- Transformador de BT/MT
- Celdas de MT
- Transformador de Servicios auxiliares
- Cuadro de servicios auxiliares
- UPS (sistema de alimentación ininterrumpida)
- Armario de comunicaciones y control
- Cuadro de conexiones AC proveniente de los inversores
- Embarrado de tierras: el suministrador debe instalar un embarrado de tierras para conectar todas las tierras de protección. Las tierras del equipo suministrado deben ser conectadas e identificadas al embarrado.
- Sistema para detección de humo
- Sistema de iluminación interna/externa
- Sistema de ventilación

En el *Anejo 2: Fichas técnicas componentes* se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

5.4.1. Transformador

Los transformadores de BT / MT elevarán la tensión del inversor hasta el nivel al que se encuentre la red de MT, y tendrán las siguientes características:

- Serán herméticos y refrigerados por aceite.
- El transformador puede contar con uno o más devanados en baja tensión dependiendo de la solución propuesta.
- La potencia del transformador será al menos la misma que la suma de las potencias de los inversores que se conecten a este transformador.
- Los transformadores tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Los transformadores serán trifásicos, con regulación en carga en el lado de MT, con refrigeración por aceite.

Se utilizarán transformadores especialmente diseñados para plantas FV, asegurando el funcionamiento en continuo para carga nominal.

5.4.2. Celdas de media tensión

Toda la aparamenta de media tensión deberá cumplir con la Norma IEC 62271 y cualquier otra norma mencionada en el apartado "Normativa" del documento.

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán los elementos necesarios de maniobra y protección. La instalación eléctrica de Media Tensión en las cabinas de transformación es un sistema compacto, formado por celdas modulares, completamente sellado en tanque de acero inoxidable, en el cual se disponen todas las partes activas y los elementos de interrupción.

Las celdas serán modulares con aislamiento y corte en SF₆, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin afectar al resto de las funciones. El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, con entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Cada transformador se conectará a su respectiva celda de protección que estará en un embarrado común con una celda de entrada y otra de salida, ambas seccionables. De este modo, se realizará una distribución en MT con tipología en estrella.

La planta dispondrá de una Unidad de celdas (RMU) por cada Cabina de Transformación, que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección, para un sistema con un nivel de tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia. Las partes que compondrán estas celdas serán:

- Celdas de línea, estarán provistas de un interruptor/seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.
- Celda de protección de transformador, estará provista de un interruptor-fusible combinado de salida y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Los interruptores tendrán tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación serán accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

5.4.3. Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA

Cada cabina contará con un transformador de BT / BT para los servicios auxiliares del gabinete a tensión nominal de 400V 3F + N y 5 kVA de potencia. Este transformador debe estar protegido por una caja metálica adecuadamente ventilada equipada con una protección de interruptor de entrada y salida. Este transformador alimentará a través de un cuadro de protecciones los diferentes circuitos auxiliares (iluminación, ventilación, comunicación, inversor...).

El cuadro de servicios auxiliares estará alimentado por el transformador de servicios auxiliares que colgará de la conexión en B.T. del transformador BT/MT anteriormente definido.

5.4.4. UPS

Para asegurar que en todo momento los trackers se moverán a una posición segura incluida una caída de tensión en la red se hace necesario utilizar una UPS.

5.4.5. Cuadro de comunicaciones/control

Es necesario que exista un cuadro de comunicaciones/control para recolectar todas las señales de los equipos suministrados (inversores, transformadores, celdas, reenvíos SSAA, etc.)

En el *Anejo 6: Fichas técnicas componentes* se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

6. Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT)

Se considera la Instalación Eléctrica de Baja tensión a la referente a aguas abajo del transformador de BT/MT situado en los centros de transformación de la Planta Solar.

Las instalaciones que comprenden esta parte de la instalación son las que se describen a continuación:

- Conexión entre módulos fotovoltaicos formando strings.
- Conexión entre strings y inversores.

La instalación está diseñada para que el nivel de tensión sea hasta 1.500 V.

La evacuación de la energía generada en el campo fotovoltaico se conectará al lado de baja tensión del transformador instalado a tal efecto en la Estación de Potencia.

Se utilizarán cables unipolares con aislamiento dieléctrico seco, con las siguientes características:

Características de los cables de CC	
Tipo	H1Z2Z2-K
Tensión DC	1,5 kV
Conductor	Cobre
Secciones	6 mm ²

Tabla 12. Características de los cables CC

Características de los cables de CC	
Tipo	RHZ1-AL
Tensión DC	1,5 kV
Conductor	Aluminio
Secciones	185-240 mm ²

Tabla 13. Características de los cables AC

Para el cálculo de la sección de los conductores empleados en las diferentes partes de la instalación se ha tenido en cuenta, además de lo establecido por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus ITC complementarias (REBT), los criterios de intensidad máxima admisible por el cable y la caída de tensión (1,5%), además de la adecuada protección de los cables contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles clase gPV o interruptores magnetotérmicos.

Posteriormente se ha establecido que la pérdida de potencia máxima en la parte BT de la Instalación Fotovoltaica, es decir, desde los módulos hasta los inversores, no deberá ser superior a 1,50%.

Los cables de string entre seguidores irán enterrados bajo tubo, mientras que los cables string que discurren por los seguidores irán apropiadamente atados a la estructura o bien en bandejas.

Los conductores de la instalación serán fácilmente identificables. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. A efectos de identificación los cables serán marcados con su designación correspondiente mediante etiquetas inertes fijadas a los cables con fijadores de plástico. Se dispondrá una etiqueta cada 10 m en cables enterrados y cada 20 m en instalación aérea.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Siempre deberá realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación. Los conductores deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

El acoplamiento y sellado entre cables y equipos se efectuará por medio de prensaestopas. Estas serán las adecuadas en tipo y diámetro con objeto de asegurar una sujeción mecánica y estanqueidad adecuada.

Los cables serán manejados cuidadosamente para evitar erosiones y deterioro en sus aislamientos. Los radios de curvatura nunca serán menores de los recomendados por el fabricante.

7. Instalación eléctrica de Media Tensión (MT)

La instalación eléctrica de Media tensión (MT) tiene el fin de evacuar la energía generada en la instalación desde la Estación de Potencia hasta las celdas de MT situadas en el Centro de Seccionamiento.

El nivel de tensión de la red interna de MT será de 20 kV, y consistirá en una (1) línea subterránea constituida por una terna de cables unipolares que conecta la distinta Estación de Potencia con el Centro de Seccionamiento.

La configuración de la red interna de media tensión se resume en la siguiente tabla:

Línea MT	Desde	Hasta	S (kVA)	V (kV)
1	Skid 1	CS	5.00	20

Tabla 14. Configuración de red MT

La red eléctrica de MT de la Instalación será en corriente alterna (CA) a 20 kV. El cable será AI RHZ1-OL 18/30 kV 1x300 mm², con aislamiento dieléctrico seco directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre lecho de arena, a una profundidad mínima de 0,8 m. Las zanjas se repondrán compactando el terreno de manera apropiada.

El dimensionado de la instalación será tal que la pérdida de potencia máxima en la parte de la instalación de MT no supere 2,50%.

8. Sistema de Protecciones

El sistema de protección es el conjunto de equipos necesarios para la detección y eliminación de cualquier tipo de faltas mediante el disparo selectivo de los interruptores que permiten aislar la parte del circuito de la red eléctrica donde se haya producido la falta.

El número y duración de las interrupciones en el suministro de energía eléctrica junto con el mantenimiento de la tensión y frecuencia dentro de unos límites es lo que determina la calidad del servicio. Por lo tanto, la calidad del servicio en el suministro y gran parte de la seguridad de todo el sistema dependen del sistema de protección.

Estos se instalan en todos los elementos que componen el sistema eléctrico provocando la excitación y/o alarma de un dispositivo de apertura cuando detectan una perturbación, por ejemplo, la bobina de disparo de un interruptor.

También se ocupa tanto de la protección de las personas como de las instalaciones contra los efectos de una perturbación, aislando las faltas tan pronto como sea posible, evitando el deterioro de los materiales y limitando el daño a las instalaciones y los esfuerzos térmicos, dieléctricos y mecánicos en los equipos provocados por cualquier tipo de falta.

Otro de los objetivos principales de un sistema de protección es evitar pérdidas económicas en la explotación de la instalación ya que de por sí esta representa una gran inversión y dependiendo de la importancia de esta dentro de un sistema eléctrico se pueden tener grandes pérdidas económicas tanto para los consumidores como para la empresa responsable de la explotación de la instalación. Además, también permiten preservar la estabilidad y continuidad de la red.

A continuación, se detallan los diferentes tipos de perturbaciones que se pueden presentar en una instalación eléctrica.

- Sobrecargas
- Cortocircuitos
- Sobretensiones
- Subtensiones
- Desequilibrio
- Retorno de energía

El sistema de protecciones de la planta cumplirá con lo establecido en el artículo 11 del R.D. 1699/2011, de 18 de noviembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. De este modo, se hace una distinción entre protecciones en el lado de corriente continua y protecciones en el lado de corriente alterna.

Los dispositivos a instalar serán fusibles, descargadores de sobretensiones a la salida de los inversores e interruptor de desconexión adecuados a las características de las líneas.

A su vez, se incorporarán protecciones contra sobreintensidades a la salida de los inversores y en el cuadro general de BT, junto a un interruptor diferencial, que antecede a los devanados del transformados.

8.1. Protecciones Corriente Continua

Las líneas procedentes de los strings están protegidas por fusibles de 25 A alojados en los portafusibles situados en el interior de los inversores. De este modo se consiguen dos objetivos; el primero de ellos es el de impedir que este subgrupo pase a trabajar en ningún momento como carga y soportando corrientes inversas superiores a

su propia corriente de cortocircuito. El segundo de ellos es el de permitir la desconexión fácil y rápida de este subgrupo, facilitando las labores del personal de mantenimiento.

Además, dichos inversores contendrán un disyuntor – seccionador general de 350 A, así como descargador de sobretensión para proteger la instalación contra sobretensiones entre el polo positivo y tierra, negativo y tierra y entre el polo positivo y negativo.

8.2. Protecciones Corriente Alterna

El inversor cuenta con protecciones contra sobretensiones de clase II y cortocircuito tal y como puede verse en su ficha técnica, por lo que no será necesaria la instalación de dichos elementos en el lado del inversor. No ocurre así en el lado del transformador en el que será necesario la instalación de una protección magnetotérmica para cada circuito de inversor y una protección magnetotérmica general que proteja todas ellas.

Los inversores elegidos contarán con las protecciones exigidas en el Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de eléctrica de pequeña potencia:

- Elementos de corte general.
- Interruptor diferencial automático.
- Interruptor automático de conexión.
- Protecciones de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión.

La protección tendrá capacidad de corte en todas las fases, tendrá una intensidad nominal y un poder de corte ajustados a las necesidades de cada línea tal y como se describe en el esquema unifilar.

Para la protección contra contactos indirectos será necesario la instalación de una protección diferencial de intensidad nominal suficiente y sensibilidad de 300 mA.

8.3. Red de tierras

Con objeto de proporcionar una protección de las personas contra contactos directos e indirectos el sistema fotovoltaico se dispondrá en esquema "flotante", es decir, la red de continua del generador fotovoltaico se encuentra aislada de tierra y existe una tierra de protección a la que se unen las masas metálicas del sistema, así como los dispositivos de protección frente a sobretensiones.

Así, se dispondrá una conexión equipotencial a tierra a la que se unen todas las partes metálicas de los componentes del sistema fotovoltaico. Esta red de tierra tiene los objetivos siguientes:

- La protección de las personas frente a contactos indirectos, al impedir que las masas adquieran potencial en el caso de defectos de aislamiento.

- Permitir la correcta actuación de los limitadores de corriente y sobretensión de la protección interna.

Se cumplirá el artículo 15 del RD 1.699/2011 y la ITC BT-40 por lo que el electrodo de puesta a tierra de la instalación será independiente del electrodo del neutro de la empresa distribuidora, así como también se dispondrá de una separación galvánica entre la parte de corriente alterna y la de continua de la instalación.

Los conductores de protección discurrirán por las mismas canalizaciones de corriente continua y de corriente alterna de la instalación. La sección mínima de dichos conductores vendrá dada según la tabla 2 de la ITC BT-18 y cumplirá la norma UNE 20.460-5-54. Así se dispondrá los siguientes conductores de protección.

- 6 mm² para la conexión de los marcos, envolventes, partes metálicas, etc... del generador fotovoltaico.
- 35 mm² en el descargador de sobretensiones o varistor de CA del inversor.
- 35 mm² para el enlace de barra de equipotencialidad con pica.

Los conductores de protección serán del mismo tipo y modelo que los empleados en sus respectivos tramos.

El conductor de tierra que unirá la barra de equipotencialidad con la puesta a tierra será de cobre desnudo de 35 mm² de sección nominal, hasta enlazar con una pica de acero cobrizado de 250 μ de 14,2 mm de diámetro y 2 metros de longitud total, que se dispondrá hincada en el terreno.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad no será nunca inferior a 0,5m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación. Dado que la resistencia de un electrodo depende de la resistividad del terreno en el que se establece y esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, previa a la entrega deberá ser obligatoriamente comprobada por el Instalador Autorizado. En caso de que no cumpla con lo establecido se incrementará el número de picas separadas un metro entre sí y unidas por cable de cobre enterrado hasta conseguir la resistencia adecuada.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren. Los electrodos y los conductores de enlace hasta el punto

de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen al menos una vez cada 5 años.

8.4. Puesta a tierra

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 supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

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 a un electrodo o grupo 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.

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.
- 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.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos
- pletinas, conductores desnudos
- placas
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne de conexión de puesta a tierra para los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

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 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica. Como conductores de protección pueden utilizarse:
 - conductores en los cables multiconductores
 - conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

Red de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Para proteger toda la instalación fotovoltaica contra rayos, se decide colocar una pica de puesta a tierra en cada fila y en ciertas zonas de la superficie, sumando un total de 550 picas.

El Centro de Transformación contará a su vez con un anillo de tierra, de cobre con sección de 95 mm².

Todas las partes metálicas de la instalación incluido el vallado perimetral se conectará a la red equipotencial de tierras.

9. Descripción de los trabajos

A continuación, se describen las distintas operaciones que serán necesarias para desarrollar el Proyecto de Planta Solar Fotovoltaica conectada a red. Los trabajos de ejecución se pueden clasificar principalmente en:

- Topografía
- Obra Civil
- Sistema de seguridad
- Sistema de monitorización y control
- Suministro de Equipos
- Montaje mecánico
- Montaje eléctrico

9.1. Topografía

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la Instalación sobre el terreno para delimitar los límites de la Planta, los viales de acceso, vallado y ubicación de las cimentaciones de la estructura.

El replanteo topográfico del terreno será aprobado por el contratista principal antes del inicio de los trabajos y servirá de base topográfica para la cuantificación de estos; dichas aprobaciones se sucederán en los inicios y finales de las fases de desbroce, excavación y rellenos.

La realización del levantamiento se basará en las coordenadas de al menos dos vértices geodésicos o antenas "Global Navigation Satellite System" (GNSS) para la determinación de sus tres coordenadas del sistema oficial de referencia. Para determinar las alturas ortométricas, se deben conectar al menos otros dos niveles de puntos, si no se proporciona un modelo gravitacional que asegure una precisión absoluta "H" menor de 10 cm.

Estas bases se presentarán en los planes de levantamiento y se construirá de manera que se asegure su permanencia y que no estén colocadas en terrenos agrícolas o en lugares con riesgo de desaparición o cualquier tipo de movimiento. Se debe asegurar que las bases estén ubicadas en un área protegida de daños mecánicos y perturbaciones electromagnéticas, donde prevalecerá el patrón de sostenibilidad.

9.2. Obra civil

9.2.1. Cimentación seguidor solar

Los postes de la estructura solar irán anclados al terreno por medio de hincas directas. Si una vez realizado el ensayo geotécnico de terreno, se encontrase con alguna capa del mismo más dura, se propondrán soluciones alternativas a la cimentación de los postes para estas zonas.

9.2.2. Preparación del terreno y movimientos de tierra

La preparación del terreno consistirá en una limpieza y desbroce del terreno para eliminar la capa vegetal existente sin realizar movimientos de tierra.

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del Proyecto.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo
- Demolición de edificios o posibles estructuras existentes en el terreno y posterior transporte de los escombros a vertedero.

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a setenta y cinco centímetros (75cm) por debajo de la rasante.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según está previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular

Una vez finalizada la preparación del terreno, a partir del plano topográfico del terreno, y evitando lo máximo posible el desplazamiento de tierras, se hará el movimiento de tierras según corresponda. Distinguir entre los movimientos de tierra necesarios para:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas de seguidores solares con irregularidades puntuales en el terreno.

9.2.3. Canalizaciones

9.2.3.1. Canalizaciones de corriente continua

El cableado de los strings a los inversores discurrirá parcialmente enterrado bajo tubo y una parte aérea sobre la propia estructura de los seguidores. Por otro lado, el cableado desde los inversores a la estación de potencia discurre directamente enterrado.

Las uniones serie de los módulos se realizarán mediante conexiones rápidas y especiales de Clase II, realizándose ésta por la parte posterior a los mismos. Los cables irán embridados a las estructuras soportes y pasarán desde la estructura al suelo bajo tubo de protección. Desde este punto partirán hacia los inversores.

Las canalizaciones tendrán una anchura de 30 cm, como mínimo, y una profundidad tal que permita que los tubos queden a una profundidad mínima de 75 cm. Se dispondrá una capa de arena de río lavada de espesor mínimo de 0,05 m sobre la que se colocarán los tubos. Por encima de ellos irá otra capa de arena de 0,10 m de espesor.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los tubos, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

9.2.3.2. *Canalizaciones de corriente alterna*

El cableado de la parte de corriente alterna irá directamente enterrado a una profundidad de 0,95 m. cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando que las condiciones que se establezcan así lo exijan.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribos u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 0,1 m de espesor que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones, estos deben de tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta de la existencia del cableado. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Las canalizaciones de baja tensión serán enterradas bajo tubo conforme a las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21. No instalándose más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

9.2.4. *Viales internos*

La Instalación contará con una red de viales interiores que dará acceso a los centros de transformación que conforman la Planta.

La estación de potencia deberá estar en una plataforma ligeramente elevada conectada a los caminos internos. Esta plataforma debe considerar un área de trabajo segura de 2 m alrededor de la estación de potencia, sin pendiente.

Todos los viales de la Planta serán de 3,50 m de ancho, y estarán compuestos por una subbase de suelo seleccionado compactado al 95% PM con un mínimo de 0,20 m de espesor y una base de zahorra natural de 0,10 m de espesor compactada al 95% PM. El trazado de los viales se diseñará considerando un radio de giro mínimo de 12,00

m, y respetando una distancia mínima entre los seguidores y el borde del camino de 1 m.

La pendiente máxima de los caminos se establece en un 10%, y aquellos tramos en los que presenten pendientes mayores, si los hubiera, se hormigonarán consecuentemente.

Los viales deberán soportar un tráfico ligero durante la fase de operación de la Planta Fotovoltaica, reducido a vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación. De forma puntual el acceso de vehículos pesados podrá ser necesario para el transporte de equipos como los transformadores.

En aquellos puntos de cruces de cables y zanjas enterradas con los caminos, se instalarán tubos corrugados embebidos en hormigón para posterior instalación de los cables a través de dichos tubos.

Respecto a los caminos de acceso a la Planta Solar, se adecuarán en aquellos tramos en los que sea necesario para garantizar el paso de vehículos de carga durante la fase de obras. Se les proporcionará un ancho mínimo de 4 metros y se construirán sobreechamientos en curvas para asegurar el paso de camiones y/o maquinaria.

9.2.5. Vallado perimetral

Se instalará un vallado perimetral compuesto por tubos galvanizados, colocados cada 3,00 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, de 48 mm de diámetro, 12 mm de espesor y 2,15 m de altura, acodados en sus extremos para colocar dos hileras de alambre de espino. En todos los cambios de dirección, o en su defecto, cada 45 m, se dispondrán postes de refuerzo con dos tornapuntas. La malla será de tipo cinegética 200-17-30 y tendrá 2,00 m de altura. Se colocarán 4 tirantas de alambre de 16 mm² con sus tensores y tornillos correspondientes.

Se realizarán accesos a la planta mediante cancela de 6 m de anchura y 2,15 m de altura en dos hojas, realizadas con tubo galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,2 mm de espesor más malla electrosoldada de las mismas características que la anterior.

Con objeto de preservar el medio, el vallado dispondrá de pequeños accesos de 0,30 x 0,30 m instalados cada 150 m para permitir el paso de animales pequeños existentes en la zona.

9.2.6. Estudio geotécnico

En el momento de desarrollar la actuación, se realizará un estudio geotécnico, de forma que se determinen las características del terreno y así, conseguir la forma óptima de los trabajos de anclado o cimentación de los elementos de la instalación fotovoltaica.

9.2.7. Sistema de drenaje

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo.

Se tratará de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas.

No se realizarán movimientos de tierra que produzcan alteraciones topográficas que puedan afectar a los cauces existentes.

La Planta podrá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno.

Se diferencian tres tipologías diferentes que se detallan a continuación:

- Drenaje longitudinal de tipo 1 (cuneta) como medida de protección perimetral de la Planta y de los viales internos. Captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacia los puntos de menor cota.
- Drenaje longitudinal de tipo 2 (paso salvacunetas) para permitir el cruce entre caminos (interior o de acceso a la Planta) y las obras de drenaje de tipo 1, con el fin de garantizar el regular flujo entre el agua pluvial recolectada en la cuneta frente a un evento con un tiempo de retorno de 25 años.
- Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce caminos y las ramblas/cauces existentes, con el fin de garantizar el regular flujo de escorrentías frente a un evento con un tiempo de retorno de 100 años. Se colocarán tubos salva cunetas que crucen bajo los caminos, con rejas a la entrada para evitar el aterramiento de los tubos. Se evitarán los diámetros pequeños, empleando como mínimo el diámetro Ø400 mm, y empleando tubos con capacidad mecánica suficiente para soportar el paso de los vehículos. En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados hormigonados, protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

También se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas de escorrentía provenientes de las parcelas colindantes al Proyecto.

En función del estudio de la pluviometría de la zona, se calculan la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada.

9.3. Sistema de seguridad

Se instalará un sistema de seguridad compuesto de un sistema detector de intrusión, compuesto por barreras de microondas y un sistema de circuito cerrado de televisión y vídeo (CCTV), compuesto por cámaras de vigilancia fijas, con visión nocturna y distribuida a lo largo del perímetro abarcado por las plantas.

Para la instalación del sistema de seguridad, se instalarán durante la fase de ejecución del proyecto unos tubos enterrados a una profundidad mínima de 40 cm, con un diámetro mínimo de 80 cm, por los que se tenderán los cables de señal y alimentación tanto de las cámaras como de las barreras de microondas. Dicha canalización también seguirá el recorrido del perímetro de la planta.

9.4. Sistema de Monitorización y Control

El sistema de monitorización y control de la Planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control de la Planta PPC, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas de la Instalación. Este sistema irá alojado en un servidor local instalado en la sala de control del edificio O&M de la planta.

Con la información recopilada por los dispositivos de campo, el SCADA generará una imagen completa de la planta, con el fin de facilitar la gestión y supervisión de la planta, permitiendo la detección en tiempo real de fallos, facilitando así tomar medidas correctivas para evitar el cierre de equipos y la pérdida de producción.

La red de comunicaciones estará compuesta por diversas redes virtuales (VLANs) que ayuden en la segregación del tráfico de datos y aumenten la seguridad y estabilidad del sistema. El medio físico para los anillos de la red principal será fibra óptica monomodo, otorgando la redundancia necesaria para permitir el correcto funcionamiento del sistema ante fallos puntuales en alguno de los componentes de los anillos.

El protocolo base para las comunicaciones será Modbus TCP, siendo este un estándar en el sector fotovoltaico que permite la rápida integración de sistemas y herramientas de depuración que ayuden a la detección y corrección de fallas. De cara a la comunicación con sistemas exteriores el sistema dispondrá de pasarelas de comunicación que aseguren la integración con protocolos de telemando y control como por ejemplo IEC-104, DNP3, IEC 61850 MMS/GOOSE, etc El sistema se puede configurar para permitir el acceso a sistemas de adquisición externos o el sistema de gestión de la Utility manteniendo en todo momento los criterios más estrictos de Ciberseguridad y encriptación de datos que eviten accesos no autorizados al sistema.

La siguiente imagen muestra un detalle de la propuesta del sistema de monitorización y control a través de su arquitectura de redes:

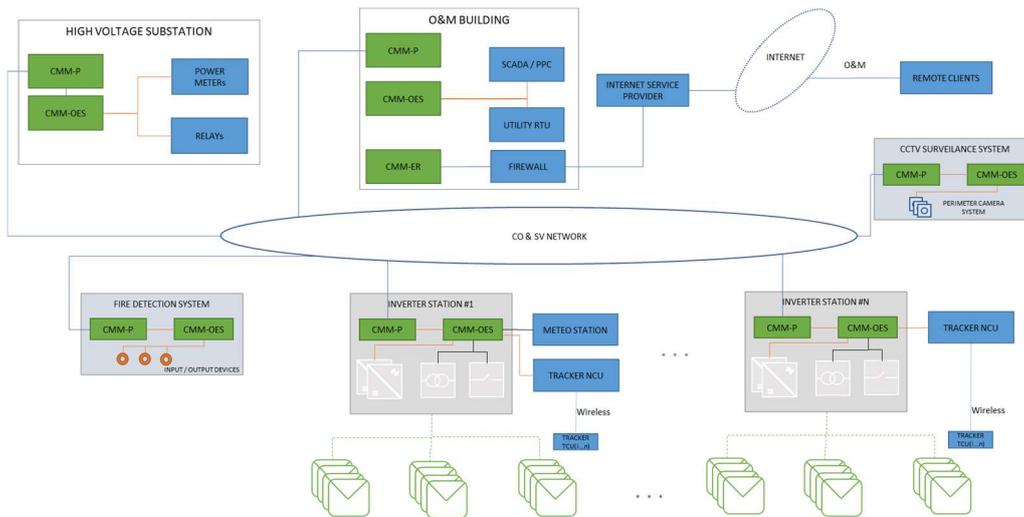


Ilustración 15. Detalle de arquitectura de comunicaciones

El sistema de monitorización será capaz de acceder y almacenar los siguientes grupos de variables:

- Producción instantánea de los inversores.
- Voltaje de entrada y salida de los inversores.
- Estado de los inversores.
- Contadores de medición de datos.
- Datos de medición de las estaciones meteorológicas.

9.4.1. Estación meteorológica

La instalación fotovoltaica estará equipada con una (1) estación meteorológica.

La estación meteorológica es un módulo de adquisición de medidas de parámetros meteorológicos (irradiancia, temperatura de panel, temperatura ambiente, velocidad de viento, etc.), deberá estar definida por los siguientes equipos:

- Piranómetro Horizontal e Inclinado para medir radiación global y global inclinada.
- Células calibradas con una inclinación igual a la de los módulos fotovoltaicos.
- Células calibradas horizontales.
- Sondas para medir T^a de dos módulos fotovoltaicos (PT100)
- Anemómetro.
- Termohigrómetro.
- Logger y comunicaciones.

En la estación meteorológica se instalarán adicionalmente dos células calibradas en el plano de los módulos. Una se mantendrá limpia y otra se limpiará con la periodicidad de la limpieza de la planta, con estas dos células se tendrá la medición.

Todos los medidores tendrán la precisión adecuada, cuyo error en ningún caso superará el $\pm 3\%$. Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración para la configuración en la que se encuentran instalados.

Ningún equipo se encontrará obstaculizado por cualquier elemento, poniendo especial atención a las sombras. No habrá elementos que produzcan sombras en ningún equipo en ningún momento del año.

La estación estará siempre conectada a la Red de SSAA para evitar pérdidas de datos por descarga de baterías. Usándose estas únicamente en los casos en los que haya caídas en la línea que pudieran interrumpir la recepción correcta y normal de los datos.

La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

9.4.2. Contador

Para la medición de la energía generada se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para medida en la parte de 20 kV del Centro de Seccionamiento. Se ajustará a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador se conecta a los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida correspondiente, y siendo un punto de medida tipo 1 la clase de precisión deberá ser mínimo de 0,2S y 0,5 para la energía activa y reactiva respectivamente, según el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto. El contador dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie. Dispone de un display que permite la visualización de todos los parámetros que registra el equipo. La configuración de la pantalla de visualización es fija y completa, ya que se pueden consultar todos los parámetros que registra el equipo. Algunos de los parámetros que se pueden visualizar son:

- Energía generada absoluta por tarifa.
- Energías generadas absolutas de meses anteriores.
- Tensión, corriente, factor de potencia por fases, etc.
- Potencia activa y reactiva.
- La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

9.4.3. Inversores

Incluyen un software de monitorización con versión también para Smartphone, para facilitar las tareas de mantenimiento, mediante la monitorización y registro de las variables de funcionamiento internas del inversor a través de Internet (alarmas, producción en tiempo real, etc.), además de los datos históricos de producción.

Dispone de dos puertos de comunicación (uno para monitoreo y uno para control de planta), que permite un control rápido y simultáneo de la planta.

9.4.4. Sistema de control de planta (PPC)

Se instalará una Unidad de Control Central, coordinadora del inversor de la planta, y grabación en tiempo real de todas las condiciones en la red (V, F, Q) y la planta fotovoltaica, con provisión de interfaces abiertas, protocolos estándar y conexión flexible de E/S externas para la grabación y transmisión de datos.

El sistema de control de la planta utilizará los equipos de comunicaciones (anillo de fibra óptica, convertidores Ethernet...), pero funcionará independientemente del SCADA de monitorización.

El controlador de energía de planta, a través de los inversores, gestionará todos los parámetros necesarios para garantizar una estabilidad permanente y sostenible de la red.

El Controlador de Planta permite al operador mantener los valores objetivo de la planta fotovoltaica y de la red. Debe garantizar que la planta se adapte a las exigencias de la red en cada fase de funcionamiento, y las consignas del Operador del Sistema.

La planta fotovoltaica tendrá capacidad para variar el suministro de energía reactiva, tanto por el día como por la noche, con valores constantes o dinámicos. El punto de medida de la instalación será Centro de Seccionamiento.

En ningún caso se sobrepasarán los 5,00 MW en el Punto de Interconexión (POI) concedida.

El sistema de control PPC se integrará en el sistema de control y supervisión para el pleno cumplimiento del código de red y los requisitos específicos del proyecto. Las funcionalidades del sistema se dividen en diversas capas de control que facilitan la modularidad y flexibilidad del sistema.

El proceso de control se basa en un control en lazo cerrado teniendo como Input principal la medida en el punto de interconexión y como Output las referencias de potencia activa y reactiva para controlar la producción de los inversores.

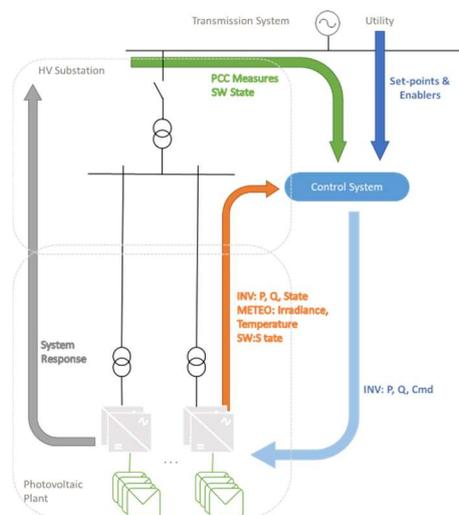


Ilustración 16. Detalle sistema de control

La capa principal del sistema de control es la que asegura el correcto cumplimiento del código de red acorde a la capacidad del sistema según sus parámetros de diseño.

La limitación de la producción de potencia activa es la función principal del sistema de control. El sistema de control monitoriza en tiempo real la inyección de potencia en el punto de inyección a red y envía la consigna de producción máxima admisible a los inversores a través de la red de comunicaciones para asegurar que el sistema produce la máxima potencia disponible impidiendo que en ningún momento se sobrepase la máxima potencia permitida. Los inversores recibirán estas consignas de producción a través de su interfaz de comunicaciones y adaptarán su punto de máxima producción de potencia (MPPT), variando la inyección de corriente a la red.

La máxima potencia de inyección permitida será la potencia concedida en el punto de interconexión (POI), en este caso 5,00 MW, o bien una señal de limitación recibida de la Utility en caso de que se quiera reducir aún más la producción del parque.

Del mismo modo, las capas de control superiores como el Centro de Control de la Utility recopilarán información local, y utilizarán la red de comunicación de control y supervisión para gestionar las acciones de control remoto y enviar consignas al sistema local de acuerdo con variaciones de la red, variaciones de la demanda, etc. Otras funciones de control que podrán estar activas serán las siguientes:

- Limitación de gradiente de potencia
- Control Potencia-Frecuencia
- Regulación de tensión
- Control de referencia de potencia reactiva
- Control de referencia del factor de potencia

Aparte de las funciones principales de control en el punto de interconexión (POI), el sistema de control de la planta incluye capas de control inferiores aplicadas internamente. Estas capas de control inferiores reportarán información esencial sobre mediciones, estado y alarmas al sistema.

Las capas de control inferiores se aplican a:

- Control interno de inversores
- Sistema de posicionamiento de seguidores
- Funciones generales de seguridad

9.5. Suministro de equipos

Previo al montaje electromecánico de la Planta se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje de la estructura solar, así como los módulos FV, cuadros eléctricos y otras piezas de pequeño tamaño se entregarán en obra debidamente paletizados. La

descarga desde el camión hasta la zona de acopios se realizará mediante el uso de grúas pluma. El suministro de equipos incluye la recepción, acopio y reparto de los materiales de construcción.

9.6. Montaje mecánico

9.6.1. Montaje de seguidores y módulos

El seguidor solar horizontal está formado por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí. La estructura principal es un perfil tubular apoyado sobre postes. Éstos se instalarán por medio de hincado directo al terreno siempre que sea posible, a una profundidad de hincado mínima según se determine en el Pull-Out Test que deberá realizarse previo a la construcción de acuerdo al estudio geotécnico. En aquellos casos en los que el hincado directo no sea posible, se utilizará el método de pre-drilling para la instalación de las hincas de los seguidores, y si tampoco fuera posible, se utilizarán micropilotes o zapatas de hormigón aisladas.

El perfil tubular se acopla mediante un brazo pivotante a una biela accionada por un actuador electromecánico, el cual hace girar la estructura de forma automatizada.

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos y los inversores a los perfiles metálicos mediante uniones atornilladas.

9.6.2. Montaje de Estación de Potencia

La Estación de Potencia tan solo necesitará la adecuación del terreno donde se instalará y su correcto posicionamiento en el campo solar mediante una losa de cimentación.

9.7. Montaje eléctrico

9.7.1. Baja tensión (BT)

La instalación eléctrica de baja tensión se puede dividir a su vez en:

- Instalación de corriente continua en baja tensión (CCBT)
- Instalación de corriente alterna en baja tensión (CABT).

La instalación CCBT comprende la disposición de todo el cableado de string CC en el campo fotovoltaico.

En primer lugar, se procederá a la formación de los strings de módulos FV interconectando entre sí los módulos FV contiguos de un seguidor hasta completar el número necesario para cada serie. Esta operación se repetirá sucesivamente para todos los strings de la Planta.

La instalación CCBT se completa mediante la conexión eléctrica entre los strings y los inversores, los cuales estarán ubicados en los lugares destinados para el efecto. Dicha conexión se realiza mediante el tendido de cable aislado por canalizaciones subterráneas previamente ejecutadas.

La instalación CABT comprende la alimentación de los seguidores y resto de equipos auxiliares: se deberán interconectar los armarios de control de los seguidores y los armarios de cada equipo auxiliar con el cuadro de baja tensión, instalado en los Centros de Transformación y conectados a los transformadores de auxiliares.

9.7.2. Media tensión (MT)

Los trabajos y elementos necesarios para la ejecución de la línea subterránea de Media Tensión son los descritos en los siguientes apartados:

9.7.2.1. Disposición del Montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:

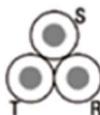


Ilustración 17. Colocación de cables en tresbolillo

Los conductores se instalarán directamente enterrados, exceptuando en aquellas zonas donde se produzcan cruzamientos con diferentes afecciones (carreteras, caminos públicos, cauces...), donde se instalarán enterrados bajo tubo.

9.7.2.2. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminaciones

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas

terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

Conectores separables: se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD 629-1 y UNE-EN 61442.

Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

9.7.2.3. Sistema de Puesta a Tierra

Puesta a Tierra de las Pantallas Metálicas

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



Ilustración 18. Puesta a tierra de cubiertas metálicas

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en formación tresbolillo.

9.7.2.4. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

9.7.2.5. Ensayos Eléctricos después de la Instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

9.7.2.6. Canalización

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser

compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de M.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

9.7.2.7. Arquetas

En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La colocación de arquetas se realizará a ambos lados de los cruces de caminos y en los giros del trazado.

9.7.2.8. Medidas de Señalización y Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces, etc.). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

10. Descripción de la línea de evacuación

10.1. Información General

Como parte de las infraestructuras eléctricas de la Planta Solar, se dispondrá de una línea subterránea de media tensión en 20 kV que conecta el Centro de Seccionamiento del parque con las barras del CR ARROYO ESPINO-COL(T) propiedad de I-DE.

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación:

Línea de Evacuación	
Denominación de línea	LSMT 20 kV

Línea de Evacuación	
Tipo de línea	Subterránea
Nivel de Tensión (kV)	20
Categoría	Tercera
Nudo del extremo de la red	CR ARROYO ESPINO-COL(T)
Nudo del extremo de generación	Centro de seccionamiento
Longitud (m)	918,43

Tabla 15. Información línea de evacuación

10.2. Situación y emplazamiento

La línea de evacuación subterránea se proyecta en el término municipal de Colmenar Viej, provincia de Madrid. A continuación, se indican las coordenadas UTM (HUSO 30) del inicio y fin de la línea de evacuación:

Coordenadas de la Línea de Evacuación	Inicio de Línea	Fin de Línea
Abscisa (X)	436.604	435.986
Norte (Y)	4.502.283	4.502.037

Tabla 16. Localización línea de evacuación

A continuación, se muestra una imagen con la localización de la LSMT de Evacuación.

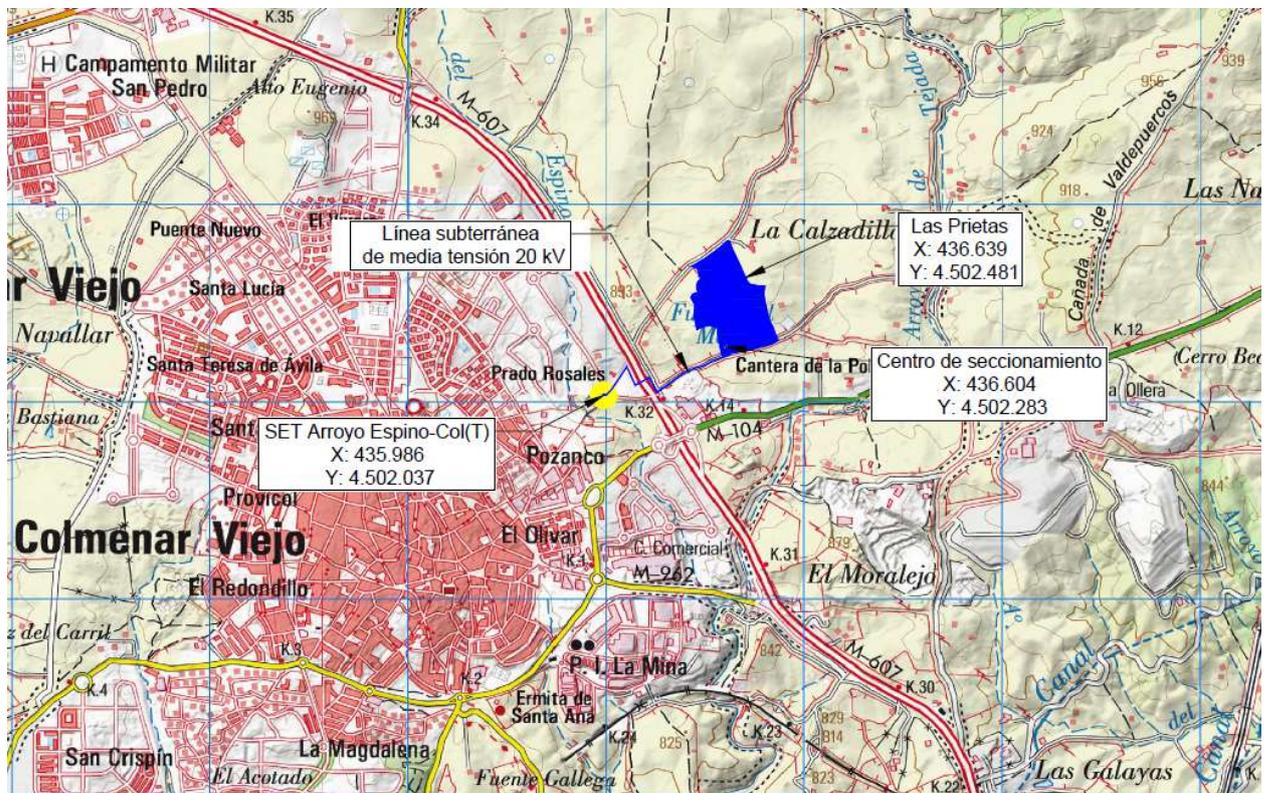


Ilustración 19. Localización línea de evacuación

10.3. Trazado

La línea de evacuación tiene su origen en la celda de salida del centro de seccionamiento. Desde el Centro de Seccionamiento partirá una línea subterránea en media tensión hasta la sala de MT localizada en la SET ARROYO ESPINO-COL(T).

El conjunto de parcelas afectadas por el trazado de la se muestra en la siguiente tabla:

Municipio	Polígono	Parcela	REFCAT	Tramo
Colmenar viejo	57	17	28045A05700017	Subterráneo
Colmenar viejo	57	9003	28045A05709003	Subterráneo
Colmenar viejo	58	9018	28045A05809018	Subterráneo
Colmenar viejo	M-603		No hay datos en catastro	Subterráneo
Colmenar viejo	CL GANADEROS DE LOS 22		6018528VL3062N	Subterráneo
Colmenar viejo	CL DE PONCE DE LEON 2		6018527VL3062N	Subterráneo
Colmenar viejo	CL DE ALONSO DE OJEDA 2		5926902VL3052N	Subterráneo
Colmenar viejo	CL DE PONCE DE LEON 2(E) Suelo SB-1		6018536VL3062N	Subterráneo
Colmenar viejo	CALLE ALONSO OJEDA		No hay datos en catastro	Subterráneo
Colmenar viejo	CL DE ALONSO DE OJEDA 1		5824510VL3052S	Subterráneo
Colmenar viejo	CL GANADEROS DE LOS 11 Bl:1 Es:1 Pl:00 Pt:A		5824526VL3052S	Subterráneo

Tabla 17. Parcelas afectadas línea de evacuación

10.4. Afecciones de la línea de evacuación

Los organismos competentes que pudieran verse afectados por el trazado de la línea de evacuación son los listados a continuación:

- Ayuntamiento de Colmenar Viejo
- I-DE redes eléctricas inteligentes
- Red Eléctrica de España
- Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico
- Conserjería de Medio Ambiente, vivienda y agricultura de Madrid
- Conserjería de Turismo, Cultura y Deporte de Madrid
- Conserjería de transportes e infraestructuras de Madrid
- Confederación hidrográfica del Tajo

10.4.1. Afección a líneas eléctricas

A lo largo del trazado de la línea se realizan cruzamientos con líneas eléctricas.

Nombre	Coordenadas UTM 30 de cruce
Cruce 1	X= 436.391; Y= 4.502.151
Cruce 2	X= 436.241; Y= 4.502.079
Cruce 3	X= 436.178; Y= 4.502.106

Tabla 18. Cruzamiento líneas eléctricas

A continuación, se muestran las líneas eléctricas aéreas existentes.



Ilustración 20. Líneas eléctricas aéreas existentes

10.4.2. Afección a carreteras

El trazado de la línea subterránea de evacuación 20 kV, objeto de este proyecto, presenta los siguientes cruzamientos con carreteras.

	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 30	
		X	Y
Inicio	M-607	436.211	4.502.125
Fin		436.165	4.502.098

Tabla 19. Cruzamiento con carreteras



Ilustración 21. Afección a carreteras

10.4.3. Afección a vías pecuarias

El trazado de la línea de evacuación 20 kV, objeto de este proyecto, presenta los siguientes cruzamientos con varias vías pecuarias.

	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 30	
		X	Y
Inicio	Cordel de circunvalación de la carretera de Miraflores y Madrid	436.146	4.502.089
Fin		436.102	4.502.182

Tabla 20. Cruzamiento con vías pecuarias



Ilustración 22. Afección a vías pecuarias

10.4.4. Afección a caminos públicos

El trazado de la línea de evacuación 20 kV, objeto de este proyecto, presenta los siguientes cruzamientos con caminos públicos.

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 30	
		X	Y
Inicio	Camino de Pedrezuela	436.619	4.502.242
Fin		436.259	4.502.055
Inicio	Camino 1 Innominado	436.147	4.502.090
Fin		436.102	4.502.182
Inicio	Camino Innominado 2	436.102	4.502.182
Fin		436.023	4.502.064
Inicio	Calle de Alonso de Ojeda	436.017	4.502.057
Fin		435.995	4.502.039

Tabla 21. Cruzamiento con camino público



Ilustración 23. Afección a caminos públicos

10.4.5. Afección a hidrología

El trazado de la línea de evacuación 20 kV, objeto de este proyecto, presenta los siguientes cruzamientos con cauces.

Cruce	Nombre	UTM ETRS89 HUSO 30	
		X	Y
Inicio	Arroyo Innominado	436.477	4.502.184
Fin		436.425	4.502.165

Tabla 22. Cruzamiento con cauces

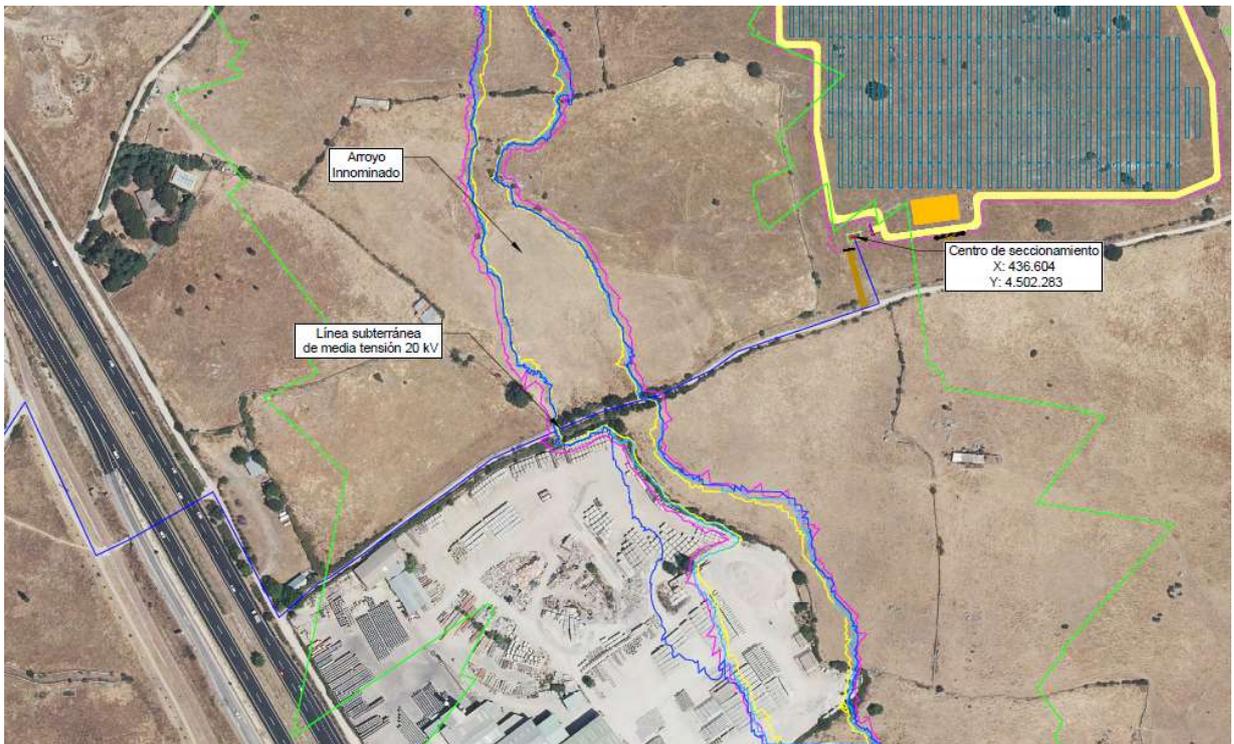


Ilustración 24. Afección a cauces

10.5. Características de la línea subterránea de media tensión

Las características de la línea subterránea se recogen en la siguiente tabla:

Características de la línea subterránea	
Sistema	Corriente alterna trifásica
Tipo de línea	Subterránea
Inicio	Centro de seccionamiento
Fin	SET ARROYO ESPINO-COL(T)
Longitud (m)	918,43
Tensión nominal de la red (kV)	20
Tensión más elevada de la red (kV)	24
Nº de circuitos	1
Nº conductores por fase	1
Tipo conductor	RHZ1 12/20kV – 300 mm ²

Tabla 23. Características de la línea subterránea

10.5.1. Características del conductor

El conductor a utilizar será del tipo RHZ1 12/20 kV TopCable o similar, con las siguientes características:

Características Conductor	
Tipo Constructivo	Unipolar
Conductor	Aluminio, semirígido clase 2 según UNE-EN 60228
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.
Nivel de Aislamiento Uo/U (Um)	12/20 kV
Semiconductora Externa	Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable
Pantalla Metálica	Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm ² .
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Servicio Permanente	90°C
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Régimen De Cc	250°C
Sección	300 mm ²
Peso aproximado	2.759 kg/km
Diámetro nominal aislamiento	37,70 mm
Diámetro nomina exterior	52,80 mm
Resistencia eléctrica a 20 °C	0,119 Ω/km
Intensidad máxima admisible directamente enterrado	390 A
Radio de curvatura	0,792 m

Tabla 24. Características del conductor

10.5.2. Disposición de montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, en ternas dispuestas en un nivel, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:

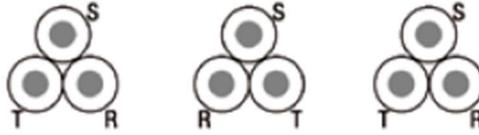


Ilustración 25. Colocación de cables en tresbolillo

La instalación de los conductores a lo largo de todo el trazado se llevará a cabo bajo tubo enterrado.

10.5.3. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

10.5.3.1. Terminaciones

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

- Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

Conectores separables: se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442

10.5.3.2. Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

10.5.3.3. Cable de comunicación

La zanja de la línea subterránea de evacuación de la Planta Solar Fotovoltaica cuenta con un cable de Fibra Óptica para la comunicación entre dicha Planta Solar Fotovoltaica y la Subestación destino de E – Distribución.

Las características de este cable de comunicación serán:

- Tipo: PKP Cable Holgado Multitubo
- Nº Fibras: 48
- Fibras por Tubos: 12
- Total de Tubos: 4
- Tubos Activos: 4
- Cubierta Interior: Poliuretano-Negro
- Elementos de Tracción: Hilaturas de Aramida
- Cubierta Exterior: Poliuretano-Negro
- Peso (Kg/Km): 113
- Diámetro Exterior (mm): 12,6
- Máxima Tracción (N): 1000 (Operación) / 1800 (Instalación)
- Aplastamiento (N/100mm): 2500 (IEC 60794-1-21 E3)
- Rango Temperaturas: -40°C a +70°C (IEC 60794-1-22 F1)
- Radio Curvatura Mín. (mm): 20 x Diámetro Exterior (IEC 60794-1-21 E11)

10.5.4. Sistema de puesta a tierra

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



Ilustración 26. Puesta a tierra cubiertas metálicas

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en tresbolillo.

10.5.5. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

10.5.6. Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

10.5.7. Canalización

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del tubo se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

10.5.8. Arquetas

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección, en los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Se colocarán arquetas, como máximo, cada 200 m, adicionalmente se instalarán en aquellas partes del trazado de la línea que presenten giros pronunciados, y antes y después de cruzamientos con afecciones.

La información relativa al número total de arquetas consideradas se encuentra referida en el plano correspondiente del trazado de la línea subterránea.

10.6. Distancias reglamentarias a afecciones LSMT

10.6.1. Cruzamientos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

10.6.1.1. Calles, caminos y carreteras

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con caminos y carreteras.

10.6.1.2. Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con líneas de ferrocarril.

10.6.1.3. Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de 20 kV y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con otros cables de energía eléctrica.

10.6.1.4. Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,2 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con cables de telecomunicación.

10.6.1.5. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con canalizaciones de agua.

10.6.1.6. Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de Alta Tensión con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 de la ITC - LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Ilustración 27. Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas (Tabla 3 ITC-LAT 06)

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

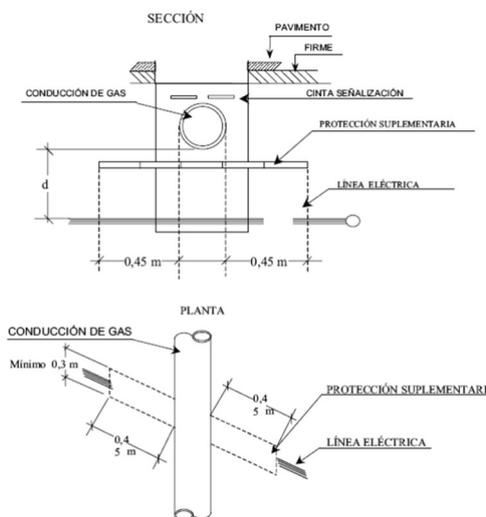


Ilustración 28. Detalles de cruzamiento y conducciones (ITC-LAT 06)

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450

N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan cruzamientos con canalizaciones de gas.

10.6.2. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

10.6.2.1. Otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan paralelismos con otros cables de energía eléctrica.

10.6.2.2. Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan paralelismos con cables de telecomunicación.

10.6.2.3. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan paralelismos con canalizaciones de agua.

10.6.2.4. Canalizaciones de gas

En los paralelismos de líneas subterráneas de Alta Tensión con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 4 de la ITC-LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,20 m	0,10 m

* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Ilustración 29. Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas (Tabla 4 ITC-LAT 06)

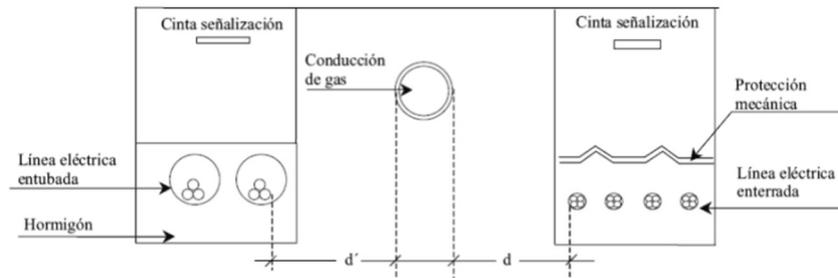


Ilustración 30. Detalles de paralelismo y conducciones (ITC-LAT 06)

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan paralelismos con canalizaciones de gas.

10.6.2.5. Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de Baja Tensión como de Alta Tensión en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad perfecta.

En el trazado de la línea subterránea de media tensión, objeto de este proyecto, no se presentan paralelismos con acometidas.

11. Plan de desmantelamiento

En esta sección se describe el Plan de Desmantelamiento de la Planta que se realizará una vez cese la actividad de la Instalación. A efectos de este Proyecto se establece un mínimo de 30 años como la vida útil de la Planta desde su puesta en servicio.

El desmantelamiento implica dejar el terreno ocupado por la Planta Fotovoltaica en su estado original. Todos los elementos constituyentes de la Planta serán desmontados o demolidos y todos los escombros retirados a un vertedero autorizado, favoreciendo el reciclaje de los diferentes materiales que componen el Proyecto.

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan de Desmantelamiento será de seis meses.

Con el fin de que las operaciones de desmantelamiento se realicen de forma segura, se comenzará con la desconexión eléctrica de la Planta, para proceder de forma segura al desmontaje de los equipos y conexiones eléctricas, continuando con las mecánicas y con la demolición de las obras civiles, terminando con las operaciones de restitución del suelo sus condiciones originales previas a la construcción de la Planta.

A continuación, se describen las labores de desmantelamiento de las instalaciones que componen la Planta Fotovoltaica, el tratamiento de los residuos generados y la restauración de los terrenos ocupados por la misma, así como la valoración de los costes de dichas labores.

11.1. Desconexión de la Red Eléctrica

Una vez que la Planta finalice su actividad y antes de proceder al desmantelamiento de las instalaciones, se procederá al desconexión de la Planta de la red eléctrica. Lo que se realizará en las siguientes fases.

- Desconexión de la red de media tensión: Se procederá a la desconexión de la LASMT de la Planta, quedando por tanto aislada de la misma. Esta acción se realizará a nivel del Centro de Seccionamiento. Para ello se procederá a:
 - Aislamiento de la Planta mediante apertura de líneas en el Centro de Seccionamiento y la estación de potencia.
 - Retirada de los conductores de media tensión correspondientes al entronque.

Los conductores y demás materiales sobrantes serán almacenados para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

- Desconexión de la red interna subterránea de media tensión: Se realizará a nivel de la estación de potencia.
- Desconexión de la red de baja tensión:
 - Desconexión de los inversores mediante interruptores.
 - Desconexión de los ramales de los módulos mediante interruptores seccionadores.
 - Desconexión del cableado que une los módulos en serie.
 - Desmantelamiento de los tubos protectores y del cableado.

Los conductores y demás material sobrante serán almacenados en contenedores para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

11.2. Desmantelamiento

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

Se describe a continuación el desmantelamiento de los equipos principales del Proyecto.

Desmantelamiento de los Módulos

Para llevar a cabo el desmontaje mecánico de los módulos que constituyen el generador fotovoltaico, en primer lugar, se debe realizar la desconexión eléctrica de las series de los módulos. Una vez que se haya garantizado la desconexión del sistema eléctrico se procederá en retirar los módulos de la estructura de soporte siguiendo el proceso inverso al adoptado durante su instalación.

Los módulos se irán desmontando y acopiando en zonas habilitadas para ese fin del vial más próximo, donde se irán colocando en pallets. Los módulos se repartirán por categorías en función de su estado de degradación para poder reutilizarlos en caso de que se considere conveniente. El resto se reciclarán separando los principales elementos que los componen. Las juntas aislantes colocadas entre los módulos y los marcos se separarán y se reciclarán de forma independiente.

Desde las zonas de acopio se trasladarán los pallets a un camión situado a la salida de la planta, para su traslado al destino final.

Desmantelamiento de los Seguidores Solares (trackers)

Para realizar el desmantelamiento de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos, el primer paso es el desensamblaje de todos los elementos metálicos.

Los materiales metálicos que se obtienen se acopiarán en las zonas habilitadas para ello, desde donde se trasladarán para su carga en camión por medio del manipulador telescópico y el camión pluma.

El desmontaje de las estructuras se hará secuencialmente y solo tras el desmontaje de los módulos fotovoltaicos, y tras la desinstalación de los cuatros y materiales eléctricos y de control que pertenecen a los mismos seguidores.

Todos los materiales retirados se trasladarán desde las zonas de acopio hasta el camión para trasladarlos a un vertedero autorizado o a una planta de tratamiento para su aprovechamiento, separando los distintos materiales en función de su destino.

Desmantelamiento de la Instalación de Eléctrica

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- Remoción del cableado solar de los módulos fotovoltaicos
- Remoción del cable de continua desde los módulos a los inversores.
- Remoción del cable de cable de corriente alterna desde la estación de potencia al centro de seccionamiento, incluyendo la red de tierra y todos sus elementos.
- Remoción del cableado de la línea de evacuación.

El cable se organizará por tipo de cable y se acopiará en contenedores distribuidos por la obra para dicho fin. Para desmontar las líneas subterráneas se recuperará en primer lugar el cableado y se abrirán después las zanjas para extraer las canalizaciones. También se demolerán las arquetas de registro distribuidas en el trazado de dicha red subterránea.

Tras la remoción del cableado se procederá con remover los inversores, los transformadores, las celdas de media tensión, los equipos de medida protección y control.

Los inversores son equipos de grandes dimensiones, por lo que será necesaria la ayuda del camión pluma o el manipulador telescópico para su traslado hasta el camión situado a la entrada de la Planta.

Todos los elementos recuperados, entre los que fundamentalmente hay cables de aluminio y cobre y material eléctrico, se acopiarán en los puntos habilitados para ello, para después llevarlos al camión separados según su destino, ya sea para su posterior reciclado o reutilización cuando sea posible o para su entrega a vertedero autorizado de cada tipo de material en caso contrario.

Desmantelamiento de la Obra Civil

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

En el caso de edificios fabricados en la Planta, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado.

Los viales y caminos interiores, y correspondientes cunetas y bordillos, se desmantelarán una vez finalizado el desmantelamiento de todas las instalaciones de la Planta, siempre y cuando los servicios forestales o las autoridades competentes no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

Cada apoyo de la línea eléctrica está compuesto por estructuras fijas. Esta estructura de soporte va anclada al suelo por medio de monobloques o zapatas de hormigón que constituyen la cimentación del apoyo. La tierra extraída se extenderá para poder ser usada como tierra de cultivo, y la sobrante se retirará a vertedero controlado.

Desmantelamiento del Vallado Perimetral

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo manualmente, retirando los postes y vallas metálicas. Los residuos generados serán acopiados en camión para su traslado a una planta de tratamiento o vertedero autorizado para su reciclado.

11.3. Medidas Correctoras y Restauración Paisajística

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr algunos de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la tabla siguiente aparece un esquema simplificado de los aspectos a considerar para el buen desarrollo de las medidas correctoras a realizar.

Factor Ambiental	Medidas Correctoras
Contaminación Atmosférica	- Reducir los niveles de polvo.
Contaminación Acústica	- Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento. - Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas. - Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud.
Suelo	- Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase. - Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones.
Vegetación	- Revegetación de los puntos ocupados por las instalaciones, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima.
Paisaje	- Restauración paisajística de las zonas ocupadas por las instalaciones.

Tabla 33. Medidas correctoras y restauración paisajística

11.4. Gestión de Residuos

Como se ha mencionado en apartados anteriores, todos aquellos elementos resultantes del desmantelamiento de la Instalación se llevarán a centros autorizados para su reciclaje o a vertederos controlados para su eliminación.

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de reutilización reciban un control y tratamiento adecuado antes de ser reutilizado como repuestos u otras funciones que cumplan con un desarrollo sostenible de la actividad en cuestión.

11.5. Plan de Seguridad y Salud

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de estos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

11.6. Presupuesto

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
Generador Fotovoltaico				
11.492,00	Ud	Desmontaje, carga y transporte de módulos fotovoltaicos	0,64 €	7.354,88 €
442	Ud	Desmontaje, carga y transporte de seguidores	95,50 €	42.211,00 €
Instalación Eléctrica de BT				
73.166,14	ml	Desconexión de cableado eléctrico	0,29 €	21.218,18 €
20	Ud	Desmantelamiento de inversores y equipos eléctricos asociados	15,10 €	302,00 €
Instalación Eléctrica de MT				
763,02	ml	Desconexión de cableado eléctrico	4,95 €	3.776,95 €
1	Ud	Desmontaje de transformadores y apartamiento de los centros de transformación	155,00 €	155,00 €
2.862,00	ml	Desmontaje de la red de tierras	2,99 €	8.557,38 €
Obra Civil				
2.210,00	Ud	Desmontaje de las cimentaciones de los seguidores (hincas).	4,70 €	10.387,00 €
1	Ud	Centro de seccionamiento	5.000,00 €	5.000,00 €
6.432	m ²	Eliminación de viales	2,78 €	17.879,76 €
Cerramiento Perimetral				
1.190,41	ml	Desmontaje del vallado	2,18 €	2.595,09 €
3	Ud	Desmontaje de puerta de acceso	250,00 €	750,00 €
1	Ud	Desmontaje del sistema de seguridad	6.000,00 €	6.000,00 €
Línea de evacuación				
918,43	ml	Desmantelamiento de conductores y zanja de línea subterránea	4,95 €	4.546,23 €

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
Restauración Paisajística				
9,98	ha	Restauración capa vegetal	500,00 €	4.990,00 €

Tabla 25. Presupuesto desmantelamiento

Resumen del Presupuesto de Desmantelamiento:

Resumen del Presupuesto	Cantidad
Total Generador Fotovoltaico	49.565,88 €
Total Instalación eléctrica de BT	21.520,18 €
Total Instalación eléctrica de MT	12.489,33 €
Total Obra Civil	33.266,76 €
Total Cerramiento Perimetral	9.345,09 €
Total Línea de Evacuación	4.546,23 €
Total Restauración paisajística	4.990,00 €
TOTAL PRESUPUESTO	135.723,48 €

Tabla 26. Resumen Presupuesto Desmantelamiento

El presupuesto total del desmantelamiento asciende a **135.723,48 €**

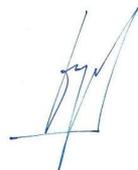
12. Resumen de presupuesto

Código	Capítulo	Resumen	Importe
1	Trabajos previos		38,500.00 €
2	Suministro de Equipos Principales		2,223,530.00 €
3	Obra Civil		163,963.76 €
3.1	Viales de acceso		68,777.62 €
3.2	Acondicionamiento del terreno		13,108.93 €
3.3	Cimentaciones		48,892.80 €
3.4	Canalizaciones		21,430.36 €
3.5	Sistema de drenaje		11,754.04 €
4	Suministro y Montaje Mecánico		639,446.32 €
5	Suministro y Montaje Eléctrico		168,219.68 €
5.1	Instalación de Baja Tensión (CC)		122,727.75 €
5.2	Instalación de Media Tensión		7,449.71 €
5.3	Instalación Puesta a Tierra		8,042.22 €
6	Control y Comunicaciones		88,331.67 €
7	Sistema de Seguridad		120,000.00 €
8	Línea de evacuación		36,087.36 €
8.01	Obra Civil		11,595.57 €
8.02	Suministro y Montaje Mecánico		24,491.79 €
9	Varios		100,006.92 €
9.01	Seguridad y Salud		42,006.92 €
9.02	Gestión de residuos		6,000.00 €
9.03	Control de calidad y puesta en marcha		52,000.00 €
	Total Presupuesto Ejecución Material		3,578,085.71 €
	Gastos generales (13%)		465,151.14 €
	Beneficio Industrial (6%)		214,685.14 €
	IVA (21%)		894,163.62 €
	TOTAL Presupuesto Ejecución (SIN IVA)		4,257,922.00 €
	TOTAL Presupuesto Ejecución (CON IVA)		5,152,085.61 €

El total del Presupuesto de Ejecución por Contrata de la planta fotovoltaica asciende a la cantidad de CINCO MILLONES CIENTO CINCUENTA Y DOS MIL OCHENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS, I.V.A. incluido.

Colmenar Viejo, Diciembre de 2022

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Corroero Cabrera
Colegiado 7.426

Anejo 1: Memoria de cálculo BT

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MW
Capacidad de acceso: 5,00 MW

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Innova Proyectos**

Diciembre 2022

ÍNDICE

1. OBJETO	4
2. NORMATIVA APLICABLE	4
3. CÁLCULO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	4
3.1. NÚMERO DE MÓDULOS POR STRING	4
3.2. NÚMERO MÁXIMO DE STRINGS EN PARALELO POR INVERSOR.....	7
4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	7
4.1. OBJETO.....	7
4.2. CRITERIOS DE DISEÑO	7
4.3. CABLEADO DE BAJA TENSIÓN	8
4.3.1. <i>Circuito strings – inversor</i>	8
4.3.2. <i>Circuito inversor – estación de potencia</i>	8
4.4. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN	9
4.5. METODOLOGÍA DE CÁLCULO	10
4.5.1. <i>Calculo por densidad de corriente</i>	10
4.5.2. <i>Cálculo por caída de tensión</i>	13
4.6. SISTEMA DE PROTECCIONES	13
4.6.1. <i>Protección contra sobreintensidades</i>	13
4.6.2. <i>Protección Contra sobretensiones</i>	14
4.7. RESULTADOS DE CÁLCULO	14
5. ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA	15
5.1. OBJETIVO Y ALCANCE	15
5.2. NORMATIVA APLICABLE.....	15
5.3. DATOS DE PARTIDA.....	15
5.3.1. <i>Corriente de Cortocircuito</i>	15
5.3.2. <i>Resistividad del Terreno</i>	15
5.4. RED DE TIERRA DE PROTECCIÓN	16
5.4.1. <i>Cálculo de la Sección de los Conductores de Puesta a Tierra</i>	16

5.4.2. *Tensión de Paso y Contacto Máximas Admisibles* 17

5.4.3. *Tensiones de Paso y Contacto Estimadas* 17

5.4.4. *Resistencia de Puesta a Tierra* 18

5.4.5. *Resultados*..... 19

ANEXO I: CÁLCULO DE CIRCUITOS BT 20

1. CIRCUITOS STRING – INVERSOR 21

2. CIRCUITOS INVERSOR – ESTACIÓN DE POTENCIA 33

1. Objeto

Se redacta el siguiente anejo para dar justificación a los datos de diseño que se han considerado para la elaboración del Proyecto Ejecutivo de la instalación fotovoltaica Las Prietas.

En la presente memoria de cálculo se llevará a cabo el estudio de los siguientes cálculos eléctricos:

- Cálculo del generador fotovoltaico.
- Cálculo circuito solar en corriente continua.
- Cálculos de circuitos de corriente alterna en baja tensión.
- Cálculos de protecciones.
- Cálculos de red de tierras.

2. Normativa aplicable

El cálculo de la instalación solar fotovoltaica se ha realizado siguiendo las siguientes normativas:

- UNE-HD 60364-7-712: sistemas de alimentación solar fotovoltaica.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de Baja Tensión.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- UNE-EN 60296-6: Fusibles de baja tensión. Parte 6: Requisitos suplementarios para los cartuchos fusibles utilizados para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m=1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m=36$ kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

3. Cálculo del generador fotovoltaico

En el presente apartado se calcula el número máximo y mínimo de módulos por string para el diseño del Proyecto, así como las ramas en paralelo que se conectan a cada inversor.

3.1. Número de módulos por string

El número máximo de módulos en serie que conforman un string se calcula verificando que la tensión más elevada que pueda alcanzar el string (tensión de circuito abierto V_{oc}) no supere nunca a la tensión máxima del sistema (1.500 V).

Nº de módulos en serie · $V_{oc} < Tensión\ del\ sistema$

Por tanto, se ha de comprobar que, incluso en las condiciones más desfavorables, la tensión del circuito abierto de una asociación en serie de módulos no supere los 1.500 V.

La tensión de circuito abierto del módulo en función de la temperatura mínima viene dada por la siguiente expresión:

$$V_{oc_{invierno}} = V_{oc_{25^{\circ}C}} \cdot [1 + (T - 25^{\circ}C) \cdot \beta]$$

Donde:

- $V_{oc_{invierno}}$ es la tensión de circuito abierto del módulo para una determinada temperatura de trabajo (en V).
- $V_{oc_{25^{\circ}C}}$ es la tensión de circuito abierto del módulo a 25°C para una determinada irradiancia incidente en el mismo. Este valor lo proporciona el fabricante en el archivo *.pan del módulo (en V).
- β es el coeficiente que indica la variación de potencia del módulo en función de la temperatura. Este dato es proporcionado por el fabricante en la hoja técnica de datos del módulo (en %/°C).
- T es la temperatura ambiente en invierno (- 5 °C)

Aplicando los valores en la fórmula se obtiene:

$$V_{oc_{T_{mod}}} = 49,5 \cdot \left[1 + (-5 - 25^{\circ}C) \cdot \frac{-0,284}{100} \right] = 53,72\ V$$

$$n^{\circ}\ de\ módulos\ en\ serie < \frac{Tensión\ del\ sistema}{V_{oc\ máxima}}; \ n^{\circ}\ de\ módulos\ en\ serie < \frac{1500}{53,72} = 27,92$$

Según el cálculo, el número máximo de módulos en serie a instalar es de 27.

Una vez determinado el número máximo de módulos por string en la temperatura más desfavorable hay que verificar que el número de strings en serie trabajan en el rango de tensión del MPPT del inversor (según ficha técnica 860 V – 1300 V). Esta comprobación se realiza calculando el voltaje de trabajo del string de diseño en la mínima y máxima temperatura del emplazamiento, quedando este en el rango admitido por el inversor.

En primer lugar, se calculará la tensión de trabajo en invierno (con la temperatura mínima del emplazamiento):

$$V_{mpp_{invierno}} = V_{mpp_{25^{\circ}C}} \cdot [1 + (T_{min} - 25^{\circ}C) \cdot \beta] \cdot N_s$$

Donde:

- $V_{mpp_{invierno}}$ es la tensión de trabajo del módulo para una determinada temperatura de trabajo (en V).

- $V_{oc_{25^{\circ}C}}$ es la tensión de circuito abierto del módulo a 25°C para una determinada irradiancia incidente en el mismo. Este valor lo proporciona el fabricante en el archivo *.pan del módulo (en V).
- β es el coeficiente que indica la variación de potencia del módulo en función de la temperatura. Este dato es proporcionado por el fabricante en la hoja técnica de datos del módulo (en %/°C).
- T_{min} es la temperatura ambiente en invierno (- 5 °C)
- N_S número de módulos en serie.

$$Vmpp_{invierno} = 41,65 \cdot \left[1 + (-5 - 25^{\circ}C) \cdot \frac{-0,284}{100} \right] \cdot 26 = 1.174,94 V$$

$$Vmpp_{invierno} < Vmpp_{inversor} \rightarrow 1.174,92 V < 1.300 V$$

Según el cálculo, el voltaje de trabajo del string de diseño en invierno está por debajo del voltaje de trabajo máximo del inversor por lo que el número de módulos en serie establecido es correcto.

En segundo lugar, se calculará la tensión de trabajo en verano (con la temperatura máxima del emplazamiento):

$$Vmpp_{verano} = Vmpp_{25^{\circ}C} \cdot [1 + (T_{max} - 25^{\circ}C) \cdot \beta] \cdot N_S$$

Donde:

- $Vmpp_{verano}$ es la tensión de trabajo del módulo para una determinada temperatura de trabajo (en V).
- $V_{oc_{25^{\circ}C}}$ es la tensión de circuito abierto del módulo a 25°C para una determinada irradiancia incidente en el mismo. Este valor lo proporciona el fabricante en el archivo *.pan del módulo (en V).
- β es el coeficiente que indica la variación de potencia del módulo en función de la temperatura. Este dato es proporcionado por el fabricante en la hoja técnica de datos del módulo (en %/°C).
- T_{max} es la temperatura máxima (60 °C)
- N_S número de módulos en serie.

$$Vmpp_{verano} = 41,65 \cdot \left[1 + (60 - 25^{\circ}C) \cdot \frac{-0,284}{100} \right] \cdot 26 = 1.005,94 V$$

$$Vmpp_{verano} > Vmpp_{inversor} \rightarrow 1.005,94 V > 860,00 V$$

Según el cálculo, el voltaje de trabajo del string de diseño en verano está por encima del voltaje de trabajo mínimo del inversor por lo que el número de módulos en serie establecido es correcto.

3.2. Número máximo de strings en paralelo por inversor

La intensidad máxima admisible del inversor es de 312 A, según ficha técnica. Teniendo en cuenta ese dato, se deben cumplir las siguientes condiciones:

Intensidad máxima entrada inversor	
I_{mppt} (A) en STC	12,97
I_{sc} (A) en STC	13,85
Intensidad entrada máxima inversor (A)	312
Número máximo strings	23

Tabla 1. Número máximo de ramas en paralelo

Por lo tanto, el número máximo de strings que se pueden conectar en el inversor para no superar la intensidad máxima de entrada del mismo es de 23 strings, conectando un máximo de 23 strings.

4. Cálculo de la instalación eléctrica de baja tensión

4.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de baja tensión de la Planta fotovoltaica.

4.2. Criterios de diseño

A continuación, se exponen los distintos criterios de diseño considerados para el diseño eléctrico de la planta fotovoltaica.

- El factor de carga de los circuitos según las condiciones de instalación no será superior al 95%.
- La caída máxima de tensión considerada para los circuitos de baja tensión será del 1,5 % en corriente continua y 1,5% en corriente alterna.
- La temperatura ambiente considerada para el diseño será de 40 °C.
- La temperatura del terreno considerada para el diseño será de 25 °C.
- La resistividad del terreno considerada para el diseño será de 1,00 k*m/W, la cual se actualizará al realizar estudio geotécnico.
- La resistividad eléctrica del terreno se ha considerado en 200 Ω *m para la capa superficial a una profundidad de 0,80 m.
- La cantidad de circuitos agrupados dependerá del tramo en cuestión.
- Para las canalizaciones enterradas entubadas de baja tensión se considera que la sección del tubo es al menos 4 veces la sección ocupada por los conductores.

- Para las canalizaciones enterradas entubadas de media tensión se considera que el diámetro del tubo será al menos 1,5 veces el diámetro de los conductores.

4.3. Cableado de baja tensión

El cableado de baja tensión en corriente continua engloba:

- Circuitos en corriente continua desde los strings hasta los inversores.
- Circuitos en corriente alterna desde los inversores hasta la estación de potencia.

4.3.1. Circuito strings – inversor

Los circuitos string agrupan módulos en serie cada uno. A continuación, se reflejan las características técnicas de los módulos y strings:

Características del Módulo Fotovoltaico	
Potencia (Wp)	540 W
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (V_{MPP})	41,65 V
Intensidad en el Punto de máxima Potencia (I_{MPP})	12,97 A
Tensión de Circuito Abierto (V_{OC})	49,50 V
Intensidad de Cortocircuito (I_{SC})	13,85 A
Eficiencia, η (%)	21,1 %

Tabla 2. Datos técnicos de los módulos (STC)

String módulos	
Módulos por string	26
Potencia máxima (kWp)	14,04 kWp
Tensión a máxima potencia (V)	1.082,9 V
Intensidad a máxima potencia (A)	12,97 A
Tensión a circuito abierto (V)	1.287 V
Intensidad de cortocircuito (A)	13,85 A

Tabla 3. Datos eléctricos del string

4.3.2. Circuito inversor – estación de potencia

Los strings se conectan en los inversores, desde las cuales se traza un circuito que conecta con la estación de potencia.

Existen distintos tipos de agrupaciones en los inversores, cuyas características se muestran en la siguiente tabla:

Estación de potencia	Inversor nº	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
EP1	1	22	572	308,88
	2	22	572	308,88
	3	22	572	308,88
	4	22	572	308,88

Estación de potencia	Inversor nº	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
	5	22	572	308,88
	6	22	572	308,88
	7	23	598	322,92
	8	22	572	308,88
	9	22	572	308,88
	10	23	598	322,92
	11	22	572	308,88
	12	22	572	308,88
	13	22	572	308,88
	14	22	572	308,88
	15	22	572	308,88
	16	22	572	308,88
	17	22	572	308,88
	18	22	572	308,88
	19	22	572	308,88
	20	22	572	308,88
Total	3,00	442,00	11.492,00	6.205,68

Tabla 4. Configuración planta fotovoltaica

4.4. Condiciones de la instalación

Para el cálculo de la instalación eléctrica de baja tensión se han considerado las condiciones:

- Temperatura del terreno: 25°C
- Resistividad media del terreno: 1,00 K·m/W
- Profundidad de enterramiento: 0,5 m – 1,0 m
- Agrupación de circuitos:
 - Circuitos string – inversor: máximo 5 circuitos de cobre unipolares en contacto en un mismo tubo.
 - Circuito inversor – estación de potencia: de 2 a 10 circuitos de aluminio unipolares directamente enterrados en 2 niveles, en configuración plana, con una separación de 0,25 m entre circuitos tanto vertical como horizontal.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,00 K·m/W según la UNE 21144-3-1.
- Cuando el trazado de los cables cruce caminos, éstos irán siempre entubados.

4.5. Metodología de cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de dos criterios diferentes:

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario conocer previamente los siguientes datos para cada circuito:

- Intensidad nominal de diseño.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

4.5.1. Cálculo por densidad de corriente

Para el dimensionado del cableado conforme al criterio de densidad de corriente, en todo momento se debe cumplir que:

$$I_b < I_z$$

Donde:

- I_z es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación
- I_b es la corriente que transporta el conductor (intensidad nominal de diseño dada por el inversor).

$$I_b = \text{maxima intensidad salida inversor}$$

Por otro lado, la intensidad admisible por el conductor en las condiciones de instalación se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$I_z = I_o \cdot K$$

Donde:

- I_z es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación.
- I_o es la corriente nominal admisible del conductor.
- K : Factor de corrección en función de las condiciones de la instalación.

Nota: el factor de corrección será el resultado del producto de varios factores de corrección referentes a la temperatura, agrupación de circuitos, resistividad térmica del terreno, etc. Los factores de corrección para las distintas condiciones, así como la corriente nominal de los conductores están tabulados en el REBT.

4.5.1.1. Factores de corrección circuito strings – inversor

Los factores de corrección aplicados en el cálculo son los siguientes:

- **Temperatura del terreno:** según la tabla 6 de la ITC-BT 07 se tiene que el factor de corrección en nuestro caso será igual a 1,00 ($k_1 = 1,00$).

Temperatura de servicio Θ_s (°C)	Temperatura del terreno, Θ_t , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

Tabla 5. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C

- **Resistividad térmica del terreno:** dado que se desconoce el valor de resistividad térmica del terreno, se supone una resistividad térmica del terreno, de 1,00 Km/W ($k_2=1,00$).

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K. m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	1.09	1.06	1.04	1	0.96	0.93	0.87	0.81	0.75	0.68	0.66
Tripolar	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.94	0.89	0.84	0.78	0.71	0.69

Tabla 6. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k*m/W

- **Agrupación de circuitos:** según la tabla 8 de la ITC-BT 08, se tiene que, para una configuración de cinco (5) circuitos en contacto, el factor de corrección es de 0,60 ($k_3 = 0,60$).

Factor de corrección									
Separación entre los cables o ternas	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	

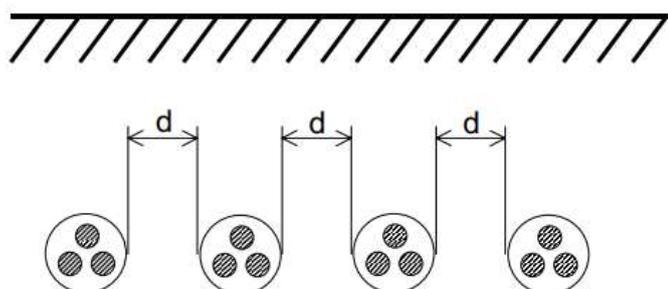


Tabla 7. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

- **Profundidad de instalación:** según la tabla 9 de la ITC-BT 07 se tiene que, para una profundidad de instalación de 0,50 metros, el factor de corrección es 1,02 ($k_4 = 1,02$).

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 8. Factor de corrección para profundidad de la instalación distintas de 1 m

4.5.1.2. Factores de corrección circuito strings – inversor

Los factores de corrección aplicados en el cálculo son los siguientes:

- **Temperatura del terreno:** según la tabla 6 de la ITC-BT 07 se tiene que el factor de corrección en nuestro caso será igual a 1,00 ($k_1 = 1,00$).

Temperatura de servicio Θ_s (°C)	Temperatura del terreno, Θ_t , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

Tabla 9. Factor de corrección para temperatura del terreno distinta de 25°C

- **Resistividad térmica del terreno:** dado que se desconoce el valor de resistividad térmica del terreno, se supone una resistividad térmica del terreno, de 1,00 Km/W ($k_2=1,00$).

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K. m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	1.09	1.06	1.04	1	0.96	0.93	0.87	0.81	0.75	0.68	0.66
Tripolar	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.94	0.89	0.84	0.78	0.71	0.69

Tabla 10. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k*m/W

- **Agrupación de circuitos:** según la tabla 8 de la ITC-BT 07, se tiene que, para una configuración de diez (10) circuitos separados 0,25 m, el factor de corrección es de 0,64 ($k_3 = 0,64$).

Factor de corrección										
Separación entre los cables o ternas	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		

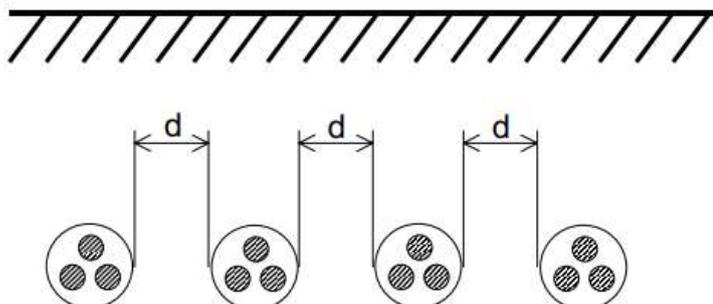


Tabla 11. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

- **Profundidad de instalación:** según la tabla 9 de la ITC-BT 07 se tiene que, para una profundidad de instalación de 1,00 metros, el factor de corrección es 0,97 ($k_4 = (0,97)$).

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 12. Factor de corrección para profundidad de la instalación distintas de 1 m

4.5.2. Cálculo por caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

Parámetros	Circuitos Monofásicos	Circuitos Trifásicos
ΔV	$\Delta V = I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sen\varphi)$	$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sen\varphi)$

Tabla 13. Fórmulas para cálculo de caída de tensión

Donde:

- ΔV es la caída de tensión (V)
- I es la intensidad circulante (A)
- L es la longitud del conductor (m)
- R es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- X es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $\cos\varphi$ es el factor de potencia

4.6. Sistema de protecciones

Se debe disponer de un sistema de protecciones bien diseñado y adecuadamente coordinado para asegurar que el sistema eléctrico de potencia opere dentro de los requerimientos y parámetros previstos.

4.6.1. Protección contra sobreintensidades

La protección contra sobrecorrientes se realizará mediante fusibles y deberá cumplir los establecido en la ITC-BT-22 del REBT y en la norma UNE-EN 60269-6.

Las condiciones que deben cumplir los fusibles son las siguientes:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$$

Siendo:

- I_b : Corriente de diseño ($I_b =$ intensidad salida inversor) [A]
- I_n : Corriente nominal del fusible [A]
- I_z : Corriente admisible por el conductor [A]
- I_{sc} : Corriente de cortocircuito [A]

Cada circuito de string estará protegido mediante un fusible de intensidad asignada 25 A, curva gPV de 1500 V y 16 kA de poder de corte, que como se puede comprobar, cumple las condiciones anteriormente dispuestas:

$$180,5 \leq 25 \leq I_z [A]$$

$$1,45 \cdot 25 \leq 1,45 \cdot I_z [A]$$

Los circuitos que van desde los inversores a la estación de potencia estarán protegidos mediante un fusible con curva gPV de 1500 V y 16 kA de poder de corte, que como se puede comprobar, y con la siguiente intensidad:

Tipo configuración	Nº strings	I_{sc}	I_b	I_n fusible
1	22	304,7	180,5	350
2	23	318,55	180,5	350

Tabla 14. Protección contra sobrecorrientes en los circuitos BT en corriente continua

Además de las protecciones indicadas, el inversor lleva incluidas sus propias protecciones mediante fusibles y seccionadores en la entrada de CC, e interruptor automático en el lado de CA, como indica el fabricante en la hoja de datos.

4.6.2. Protección Contra sobretensiones

Además de la protección contra sobrecorrientes, los circuitos estarán protegidos contra sobretensiones mediante descargadores de sobretensión que deben cumplir con los requisitos establecidos en la UNE-EN 61643-11.

Además, el inversor está equipado con un descargador de sobretensiones tanto en el lado de CC como en el lado de CA.

4.7. Resultados de cálculo

En el Anexo I. *Cálculo de circuitos de Baja Tensión* se reflejan tabulados los resultados del cálculo de los cables de baja tensión en corriente continua y alterna.

5. Estudio de puesta a tierra

5.1. Objetivo y Alcance

El propósito de esta sección es calcular el sistema de puesta a tierra de la Planta Solar Fotovoltaica, que estará compuesto por la malla de tierra del Parque Fotovoltaico y el sistema de tierra de la estación de potencia.

Para ello, se verifica que las tensiones de paso y contacto que se pudieran alcanzar no superen los respectivos valores máximos admisibles.

5.2. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). ITC-BT-18.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. ITC-RAT-13.
- IEEE-80: Guía de seguridad en la puesta a tierra de CA de subestaciones.
- IEC 60909-3 ed3.0: Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth.

5.3. Datos de Partida

5.3.1. Corriente de Cortocircuito

La corriente de cortocircuito que se ha considerado para el dimensionamiento de la red de puesta a tierra es la máxima corriente de cortocircuito fase-tierra alcanzada, que se produce en barras de 20 kV del centro de seccionamiento.

$$I_{1cc} = 10,00 \text{ kA}$$

Además, se asume la hipótesis que las faltas a tierra serán despejadas en un tiempo máximo de 0,5 segundos.

5.3.2. Resistividad del Terreno

Considerando la naturaleza del terreno como margas y arcillas compactas, se considera una resistividad del terreno de 200 $\Omega \cdot m$, acorde a la tabla 3 del ITC-BT 18.

5.4. Red de Tierra de Protección

Las redes de tierra de protección estarán compuestas por la red de tierra general y la red de tierra de los centros de transformación, interconectadas entre ellas. Además, los marcos de los módulos, la estructura de los seguidores e inversores también deberán estar conectados a la red de tierra de protección.

La red de tierra general de cada una de las parcelas estarán compuestas con un conductor de cobre desnudo de 35 mm² que discurrirá por las canalizaciones de BT y MT enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m.

La red de tierra de la estación de potencia y el centro de seccionamiento estará compuesta por un anillo a lo largo del perímetro de la base de la estación de potencia de un conductor de cobre desnudo de 35 mm² enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, y estará unida a la red de tierra general.

5.4.1. Cálculo de la Sección de los Conductores de Puesta a Tierra

La sección mínima del conductor de la malla de tierra se calcula de la siguiente manera de acuerdo con la ITC-BT-18:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} = 20,66 \text{ mm}^2$$

Donde S se refiere a la sección mínima del conductor de tierra en mm², I a la intensidad de cortocircuito considerada en amperios, t al tiempo máximo de despeje de falta, y k es una constante que, para un conductor de cobre, $k = 242$.

Según la IEEE-80, la sección mínima del conductor de tierra enterrado se calcula conforme a la siguiente ecuación:

$$A = \frac{I_f \cdot \sqrt{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}}{\sqrt{TCAP} \cdot \ln\left(\frac{k_0 + T_m}{k_0 + T_a}\right)} = 20,36 \text{ mm}^2$$

Donde:

- A es la sección mínima del conductor de cobre (mm²)
- I_f es la intensidad de la falta a tierra (5,00 kA)
- T_m es la máxima temperatura admisible (1.084 °C)
- T_a es la temperatura ambiente (40 °C)
- $TCAP$ es la capacidad térmica por unidad de volumen (3,42 J/cm³·°C)
- α_r es el coeficiente térmico de resistividad a 20°C (0.00381 °C⁻¹)
- t_c es el tiempo máximo de despeje de la falla (0,5 s)

- $k_0 = 1/\alpha_0$ (242 °C)
- ρ_r es la resistividad del conductor de puesta a tierra (1,78 $\Omega \cdot m$)

Se consideran los siguientes valores para el cálculo, conforme al estándar IEEE-80.

Material	α_r a 20°C (°C ⁻¹)	K_0 a 0°C (°C)	T_m (°C)	T_a (°C)	ρ_r a 20°C ($\mu\Omega \cdot m$)	TCAP (J/cm ³ ·°C)
Cu	0,00381	242	1084	40	1,78	3,42

Tabla 10. Características conductor tierra

Se tomará como sección normalizada mínima para el conductor de la red de tierra enterrada Conductor de Cobre de 35 mm².

5.4.2. Tensión de Paso y Contacto Máximas Admisibles

Las tensiones de paso y contacto máximas admisibles se calculan de acuerdo con la ITC-RAT-13 para ambas Sistemas de Protección de Tierra.

$$U_p = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{2Z_B} \right) = 7.344,00 V$$

$$U_c = U_{ca} \left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right) = 469,20 V$$

Donde:

- U_p es la tensión de paso admisible (V)
- U_c es la tensión de contacto admisible (V)
- U_{ca} es la tensión de contacto máxima admisible para un tiempo de despeje de falta de 0,5 segundos (204 V)
- R_{a1} es resistencia equivalente del calzado (2000 Ω)
- $R_{a2} = 3 \cdot C_s \cdot \rho_s$; donde C_s es el coeficiente reductor de superficie (1) y ρ_s es la resistividad de la superficie del terreno (200 $\Omega \cdot m$)
- Z_B es impedancia del cuerpo humano (1000 Ω)

5.4.3. Tensiones de Paso y Contacto Estimadas

Las tensiones de paso y contacto se pueden estimar para una red mallada con las siguientes ecuaciones conforme al estándar IEEE-80:

$$E_p = K_s \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_s} = 206,96 V$$

$$E_c = K_m \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_m} = 537,40 V$$

Donde:

- E_p es la tensión de paso estimada (V)
- E_c es la tensión de contacto estimada (V)
- K_s es el factor de diferencia de potencial a 1m (0,21)
- K_i es el factor de corrección de densidad de corriente (1,27)
- ρ es la resistividad del terreno (200 $\Omega \cdot m$)
- I_g es la intensidad de defecto a tierra (5,00 kA)
- L_s es la longitud efectiva de conductor enterrado (2.862,00m)
- K_m es el factor de espacio de conductores (0,66)
- L_m es la longitud efectiva de conductor enterrado (2.862,00 m)

Se debe tener en cuenta que estos son valores orientativos de las tensiones de paso y contacto esperadas en la Planta Fotovoltaica.

5.4.4. Resistencia de Puesta a Tierra

La resistencia de puesta a tierra se puede estimar mediante la siguiente fórmula según la ITC-RAT-13:

$$R_g = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} = 0,386 \Omega$$

Donde:

- R_g es la resistencia de puesta a tierra (Ω)
- ρ es la resistividad del terreno (200 $\Omega \cdot m$)
- L es la longitud total de conductor enterrado (2.862,00 m)
- r es el radio equivalente de área de malla (174,60 m)

La resistencia de puesta a tierra de la puede estimarse mediante la siguiente ecuación según el estándar IEEE-80:

$$R_g = \rho \cdot \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{20 \cdot A}} \right) \right] = 0,102 \Omega$$

Donde:

- R_g es la resistencia de puesta a tierra (Ω)
- ρ es la resistividad del terreno (200 $\Omega \cdot m$)

- L_T es la longitud total de conductor enterrado (2.862,00 m)
- A es el área que ocupa la malla (95.758,43 m²)
- h es la profundidad de la malla (1 m)

5.4.5. Resultados

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Rg (ohm)			Tensión de Contacto (V)		Tensión de Paso (V)	
Máximo Valor de Diseño	Estimada (ITC-RAT-13)	Estimada (IEEE-80)	Admisible	Estimado	Admisible	Estimado
1	0,386	0,102	469,20	466,69	7.344,00	148,49

Tabla 11. Resultados y comprobación de la Puesta a Tierra

Como se puede comprobar en la tabla anterior, la red de puesta a tierra del Parque Fotovoltaico cumple con los criterios de diseño.

Colmenar viejo, Diciembre de 2022

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Corroero Cabrera
Colegiado 7.426

Anexo I: Cálculo de circuitos BT

1. Circuitos string – inversor

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm ²)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-1-1	28,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,41	0,13	0,13	OK	OK
String 1-1-2	22,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,12	0,10	0,10	OK	OK
String 1-1-3	16,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,82	0,08	0,08	OK	OK
String 1-1-4	46,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,33	0,22	0,22	OK	OK
String 1-1-5	10,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,52	0,05	0,05	OK	OK
String 1-1-6	40,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,03	0,19	0,19	OK	OK
String 1-1-7	71,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,54	0,33	0,33	OK	OK
String 1-1-8	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-1-9	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-1-10	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-1-11	10,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,54	0,05	0,05	OK	OK
String 1-1-12	41,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,05	0,19	0,19	OK	OK
String 1-1-13	71,87	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,56	0,33	0,33	OK	OK
String 1-1-14	16,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,84	0,08	0,08	OK	OK
String 1-1-15	47,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,35	0,22	0,22	OK	OK
String 1-1-16	77,87	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,86	0,36	0,36	OK	OK
String 1-1-17	108,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,37	0,50	0,50	OK	OK
String 1-1-18	22,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 1-1-19	53,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 1-1-20	83,87	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,16	0,38	0,38	OK	OK
String 1-1-21	114,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,67	0,52	0,52	OK	OK
String 1-1-22	181,33	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,99	0,83	0,83	OK	OK
String 1-2-1	16,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,82	0,08	0,08	OK	OK
String 1-2-2	46,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,33	0,22	0,22	OK	OK
String 1-2-3	77,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,84	0,35	0,35	OK	OK
String 1-2-4	107,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,35	0,49	0,49	OK	OK
String 1-2-5	138,44	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,86	0,63	0,63	OK	OK
String 1-2-6	10,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,52	0,05	0,05	OK	OK
String 1-2-7	40,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,03	0,19	0,19	OK	OK
String 1-2-8	71,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,54	0,33	0,33	OK	OK
String 1-2-9	101,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,06	0,47	0,47	OK	OK
String 1-2-10	132,44	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,57	0,61	0,61	OK	OK
String 1-2-11	162,93	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,08	0,75	0,75	OK	OK
String 1-2-12	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-2-13	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-2-14	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-2-15	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-2-16	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	I _{mp} (A)	I _{sc} (A)	I _b (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm ²)	I _o (A)	I _z (A)	I _b /I _z (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-2-17	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-2-18	10,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,54	0,05	0,05	OK	OK
String 1-2-19	41,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,05	0,19	0,19	OK	OK
String 1-2-20	71,87	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,56	0,33	0,33	OK	OK
String 1-2-21	102,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,08	0,47	0,47	OK	OK
String 1-2-22	132,84	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,59	0,61	0,61	OK	OK
String 1-3-1	168,93	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,38	0,77	0,77	OK	OK
String 1-3-2	10,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,52	0,05	0,05	OK	OK
String 1-3-3	40,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,03	0,19	0,19	OK	OK
String 1-3-4	71,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,54	0,33	0,33	OK	OK
String 1-3-5	101,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,06	0,47	0,47	OK	OK
String 1-3-6	132,44	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,57	0,61	0,61	OK	OK
String 1-3-7	162,93	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,08	0,75	0,75	OK	OK
String 1-3-8	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-3-9	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-3-10	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-3-11	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-3-12	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-3-13	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-3-14	10,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,54	0,05	0,05	OK	OK
String 1-3-15	41,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,05	0,19	0,19	OK	OK
String 1-3-16	71,87	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,56	0,33	0,33	OK	OK
String 1-3-17	102,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,08	0,47	0,47	OK	OK
String 1-3-18	132,84	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,59	0,61	0,61	OK	OK
String 1-3-19	163,33	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,10	0,75	0,75	OK	OK
String 1-3-20	16,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,84	0,08	0,08	OK	OK
String 1-3-21	47,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,35	0,22	0,22	OK	OK
String 1-3-22	77,87	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,86	0,36	0,36	OK	OK
String 1-4-1	107,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,35	0,49	0,49	OK	OK
String 1-4-2	138,44	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,86	0,63	0,63	OK	OK
String 1-4-3	168,93	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,38	0,77	0,77	OK	OK
String 1-4-4	10,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,52	0,05	0,05	OK	OK
String 1-4-5	40,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,03	0,19	0,19	OK	OK
String 1-4-6	71,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,54	0,33	0,33	OK	OK
String 1-4-7	101,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,06	0,47	0,47	OK	OK
String 1-4-8	132,44	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,57	0,61	0,61	OK	OK
String 1-4-9	162,93	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,08	0,75	0,75	OK	OK
String 1-4-10	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-4-11	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-4-12	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	I _{mp} (A)	I _{sc} (A)	I _b (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm ²)	I _o (A)	I _z (A)	I _b /I _z (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-4-13	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-4-14	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-4-15	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-4-16	10,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,54	0,05	0,05	OK	OK
String 1-4-17	41,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,05	0,19	0,19	OK	OK
String 1-4-18	71,87	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,56	0,33	0,33	OK	OK
String 1-4-19	102,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,08	0,47	0,47	OK	OK
String 1-4-20	132,84	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,59	0,61	0,61	OK	OK
String 1-4-21	163,33	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,10	0,75	0,75	OK	OK
String 1-4-22	16,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,84	0,08	0,08	OK	OK
String 1-5-1	46,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,33	0,22	0,22	OK	OK
String 1-5-2	77,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,84	0,35	0,35	OK	OK
String 1-5-3	107,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,35	0,49	0,49	OK	OK
String 1-5-4	138,44	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,86	0,63	0,63	OK	OK
String 1-5-5	168,93	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,38	0,77	0,77	OK	OK
String 1-5-6	10,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,52	0,05	0,05	OK	OK
String 1-5-7	40,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,03	0,19	0,19	OK	OK
String 1-5-8	71,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,54	0,33	0,33	OK	OK
String 1-5-9	101,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,06	0,47	0,47	OK	OK
String 1-5-10	132,44	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,57	0,61	0,61	OK	OK
String 1-5-11	162,93	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,08	0,75	0,75	OK	OK
String 1-5-12	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-5-13	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-5-14	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-5-15	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-5-16	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-5-17	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-5-18	10,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,54	0,05	0,05	OK	OK
String 1-5-19	41,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,05	0,19	0,19	OK	OK
String 1-5-20	71,87	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,56	0,33	0,33	OK	OK
String 1-5-21	102,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,08	0,47	0,47	OK	OK
String 1-5-22	132,84	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,59	0,61	0,61	OK	OK
String 1-6-1	46,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,33	0,22	0,22	OK	OK
String 1-6-2	77,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,84	0,35	0,35	OK	OK
String 1-6-3	107,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,35	0,49	0,49	OK	OK
String 1-6-4	138,44	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,86	0,63	0,63	OK	OK
String 1-6-5	168,93	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,38	0,77	0,77	OK	OK
String 1-6-6	40,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,03	0,19	0,19	OK	OK
String 1-6-7	71,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,54	0,33	0,33	OK	OK
String 1-6-8	101,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,06	0,47	0,47	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	I _{mp} (A)	I _{sc} (A)	I _b (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm ²)	I _o (A)	I _z (A)	I _b /I _z (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-6-9	132,44	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,57	0,61	0,61	OK	OK
String 1-6-10	162,93	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,08	0,75	0,75	OK	OK
String 1-6-11	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-6-12	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-6-13	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-6-14	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-6-15	12,13	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,60	0,06	0,06	OK	OK
String 1-6-16	42,62	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,11	0,20	0,20	OK	OK
String 1-6-17	73,11	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,62	0,33	0,33	OK	OK
String 1-6-18	103,59	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,14	0,47	0,47	OK	OK
String 1-6-19	18,13	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,90	0,08	0,08	OK	OK
String 1-6-20	48,62	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,41	0,22	0,22	OK	OK
String 1-6-21	79,11	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,92	0,36	0,36	OK	OK
String 1-6-22	109,59	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,43	0,50	0,50	OK	OK
String 1-7-1	138,44	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,86	0,63	0,63	OK	OK
String 1-7-2	107,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,35	0,49	0,49	OK	OK
String 1-7-3	77,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,84	0,35	0,35	OK	OK
String 1-7-4	46,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,33	0,22	0,22	OK	OK
String 1-7-5	132,54	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,57	0,61	0,61	OK	OK
String 1-7-6	102,05	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,06	0,47	0,47	OK	OK
String 1-7-7	71,57	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,55	0,33	0,33	OK	OK
String 1-7-8	41,08	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,04	0,19	0,19	OK	OK
String 1-7-9	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-7-10	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-7-11	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-7-12	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-7-13	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-7-14	41,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,05	0,19	0,19	OK	OK
String 1-7-15	10,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,54	0,05	0,05	OK	OK
String 1-7-16	47,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,35	0,22	0,22	OK	OK
String 1-7-17	16,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,84	0,08	0,08	OK	OK
String 1-7-18	132,84	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,59	0,61	0,61	OK	OK
String 1-7-19	102,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,08	0,47	0,47	OK	OK
String 1-7-20	71,87	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,56	0,33	0,33	OK	OK
String 1-7-21	138,84	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,88	0,64	0,64	OK	OK
String 1-7-22	108,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,37	0,50	0,50	OK	OK
String 1-7-23	77,87	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,86	0,36	0,36	OK	OK
String 1-8-1	52,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,63	0,24	0,24	OK	OK
String 1-8-2	22,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,12	0,10	0,10	OK	OK
String 1-8-3	46,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,33	0,22	0,22	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	I _{mp} (A)	I _{sc} (A)	I _b (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm ²)	I _o (A)	I _z (A)	I _b /I _z (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-8-4	16,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,82	0,08	0,08	OK	OK
String 1-8-5	40,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,03	0,19	0,19	OK	OK
String 1-8-6	10,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,52	0,05	0,05	OK	OK
String 1-8-7	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-8-8	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-8-9	113,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,65	0,52	0,52	OK	OK
String 1-8-10	83,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,14	0,38	0,38	OK	OK
String 1-8-11	107,95	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,35	0,49	0,49	OK	OK
String 1-8-12	77,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,84	0,35	0,35	OK	OK
String 1-8-13	71,47	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,54	0,33	0,33	OK	OK
String 1-8-14	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-8-15	41,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,05	0,19	0,19	OK	OK
String 1-8-16	10,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,54	0,05	0,05	OK	OK
String 1-8-17	47,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,35	0,22	0,22	OK	OK
String 1-8-18	16,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,84	0,08	0,08	OK	OK
String 1-8-19	53,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 1-8-20	22,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 1-8-21	59,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,94	0,27	0,27	OK	OK
String 1-8-22	28,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,43	0,13	0,13	OK	OK
String 1-9-1	42,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,12	0,20	0,20	OK	OK
String 1-9-2	73,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,63	0,34	0,34	OK	OK
String 1-9-3	103,77	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,15	0,48	0,48	OK	OK
String 1-9-4	134,26	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,66	0,61	0,61	OK	OK
String 1-9-5	164,75	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,17	0,75	0,75	OK	OK
String 1-9-6	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-9-7	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-9-8	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-9-9	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-9-10	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-9-11	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-9-12	11,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,59	0,05	0,05	OK	OK
String 1-9-13	42,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,10	0,19	0,19	OK	OK
String 1-9-14	72,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,61	0,33	0,33	OK	OK
String 1-9-15	103,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,13	0,47	0,47	OK	OK
String 1-9-16	133,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,64	0,61	0,61	OK	OK
String 1-9-17	164,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,15	0,75	0,75	OK	OK
String 1-9-18	48,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,40	0,22	0,22	OK	OK
String 1-9-19	78,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,91	0,36	0,36	OK	OK
String 1-9-20	109,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,42	0,50	0,50	OK	OK
String 1-9-21	139,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,93	0,64	0,64	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	I _{mp} (A)	I _{sc} (A)	I _b (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm ²)	I _o (A)	I _z (A)	I _b /I _z (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-9-22	170,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,45	0,78	0,78	OK	OK
String 1-10-1	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-10-2	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-10-3	10,94	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,54	0,05	0,05	OK	OK
String 1-10-4	41,42	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,05	0,19	0,19	OK	OK
String 1-10-5	47,42	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,35	0,22	0,22	OK	OK
String 1-10-6	53,42	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 1-10-7	84,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,18	0,39	0,39	OK	OK
String 1-10-8	114,88	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,70	0,53	0,53	OK	OK
String 1-10-9	78,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,89	0,36	0,36	OK	OK
String 1-10-10	108,88	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,40	0,50	0,50	OK	OK
String 1-10-11	72,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,59	0,33	0,33	OK	OK
String 1-10-12	102,88	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,10	0,47	0,47	OK	OK
String 1-10-13	145,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,21	0,67	0,67	OK	OK
String 1-10-14	206,34	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	10,23	0,94	0,94	OK	OK
String 1-10-15	139,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,91	0,64	0,64	OK	OK
String 1-10-16	169,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,42	0,78	0,78	OK	OK
String 1-10-17	200,34	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	9,93	0,92	0,92	OK	OK
String 1-10-18	133,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,61	0,61	0,61	OK	OK
String 1-10-19	163,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,12	0,75	0,75	OK	OK
String 1-10-20	194,34	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	9,64	0,89	0,89	OK	OK
String 1-10-21	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-10-22	71,91	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,57	0,33	0,33	OK	OK
String 1-10-23	175,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,72	0,81	0,81	OK	OK
String 1-11-1	22,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,12	0,10	0,10	OK	OK
String 1-11-2	46,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,33	0,22	0,22	OK	OK
String 1-11-3	16,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,82	0,08	0,08	OK	OK
String 1-11-4	40,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,03	0,19	0,19	OK	OK
String 1-11-5	10,50	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,52	0,05	0,05	OK	OK
String 1-11-6	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-11-7	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-11-8	41,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,05	0,19	0,19	OK	OK
String 1-11-9	10,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,54	0,05	0,05	OK	OK
String 1-11-10	47,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,35	0,22	0,22	OK	OK
String 1-11-11	16,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,84	0,08	0,08	OK	OK
String 1-11-12	53,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,65	0,24	0,24	OK	OK
String 1-11-13	22,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,14	0,10	0,10	OK	OK
String 1-11-14	59,38	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,94	0,27	0,27	OK	OK
String 1-11-15	28,90	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,43	0,13	0,13	OK	OK
String 1-11-16	52,98	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,63	0,24	0,24	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-11-17	18,56	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-11-18	24,56	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,22	0,11	0,11	OK	OK
String 1-11-19	49,05	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,43	0,22	0,22	OK	OK
String 1-11-20	43,05	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,13	0,20	0,20	OK	OK
String 1-11-21	18,56	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,92	0,08	0,08	OK	OK
String 1-11-22	12,56	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,62	0,06	0,06	OK	OK
String 1-12-1	36,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,80	0,17	0,17	OK	OK
String 1-12-2	66,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,31	0,31	0,31	OK	OK
String 1-12-3	30,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,50	0,14	0,14	OK	OK
String 1-12-4	60,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,01	0,28	0,28	OK	OK
String 1-12-5	24,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,21	0,11	0,11	OK	OK
String 1-12-6	54,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,72	0,25	0,25	OK	OK
String 1-12-7	18,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,91	0,08	0,08	OK	OK
String 1-12-8	48,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,42	0,22	0,22	OK	OK
String 1-12-9	12,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,61	0,06	0,06	OK	OK
String 1-12-10	42,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,12	0,20	0,20	OK	OK
String 1-12-11	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-12-12	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-12-13	11,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,59	0,05	0,05	OK	OK
String 1-12-14	42,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,10	0,19	0,19	OK	OK
String 1-12-15	17,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,89	0,08	0,08	OK	OK
String 1-12-16	48,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,40	0,22	0,22	OK	OK
String 1-12-17	23,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,19	0,11	0,11	OK	OK
String 1-12-18	54,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,70	0,25	0,25	OK	OK
String 1-12-19	29,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,48	0,14	0,14	OK	OK
String 1-12-20	60,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,99	0,28	0,28	OK	OK
String 1-12-21	35,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,78	0,16	0,16	OK	OK
String 1-12-22	66,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,29	0,30	0,30	OK	OK
String 1-13-1	30,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,50	0,14	0,14	OK	OK
String 1-13-2	60,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,01	0,28	0,28	OK	OK
String 1-13-3	24,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,21	0,11	0,11	OK	OK
String 1-13-4	54,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,72	0,25	0,25	OK	OK
String 1-13-5	18,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,91	0,08	0,08	OK	OK
String 1-13-6	48,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,42	0,22	0,22	OK	OK
String 1-13-7	12,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,61	0,06	0,06	OK	OK
String 1-13-8	42,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,12	0,20	0,20	OK	OK
String 1-13-9	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-13-10	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-13-11	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-13-12	11,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,59	0,05	0,05	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-13-13	42,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,10	0,19	0,19	OK	OK
String 1-13-14	72,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,61	0,33	0,33	OK	OK
String 1-13-15	17,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,89	0,08	0,08	OK	OK
String 1-13-16	48,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,40	0,22	0,22	OK	OK
String 1-13-17	78,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,91	0,36	0,36	OK	OK
String 1-13-18	23,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,19	0,11	0,11	OK	OK
String 1-13-19	54,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,70	0,25	0,25	OK	OK
String 1-13-20	84,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,21	0,39	0,39	OK	OK
String 1-13-21	121,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,02	0,56	0,56	OK	OK
String 1-13-22	151,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,53	0,70	0,70	OK	OK
String 1-14-1	18,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,91	0,08	0,08	OK	OK
String 1-14-2	48,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,42	0,22	0,22	OK	OK
String 1-14-3	79,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,93	0,36	0,36	OK	OK
String 1-14-4	12,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,61	0,06	0,06	OK	OK
String 1-14-5	42,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,12	0,20	0,20	OK	OK
String 1-14-6	73,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,63	0,34	0,34	OK	OK
String 1-14-7	103,77	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,15	0,48	0,48	OK	OK
String 1-14-8	134,26	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,66	0,61	0,61	OK	OK
String 1-14-9	164,75	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,17	0,75	0,75	OK	OK
String 1-14-10	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-14-11	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-14-12	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-14-13	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-14-14	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-14-15	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-14-16	11,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,59	0,05	0,05	OK	OK
String 1-14-17	42,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,10	0,19	0,19	OK	OK
String 1-14-18	72,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,61	0,33	0,33	OK	OK
String 1-14-19	103,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,13	0,47	0,47	OK	OK
String 1-14-20	133,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,64	0,61	0,61	OK	OK
String 1-14-21	164,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,15	0,75	0,75	OK	OK
String 1-14-22	170,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,45	0,78	0,78	OK	OK
String 1-15-1	18,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,91	0,08	0,08	OK	OK
String 1-15-2	48,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,42	0,22	0,22	OK	OK
String 1-15-3	79,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,93	0,36	0,36	OK	OK
String 1-15-4	109,77	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,44	0,50	0,50	OK	OK
String 1-15-5	140,26	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,95	0,64	0,64	OK	OK
String 1-15-6	12,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,61	0,06	0,06	OK	OK
String 1-15-7	42,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,12	0,20	0,20	OK	OK
String 1-15-8	73,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,63	0,34	0,34	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-15-9	103,77	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,15	0,48	0,48	OK	OK
String 1-15-10	134,26	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,66	0,61	0,61	OK	OK
String 1-15-11	164,75	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,17	0,75	0,75	OK	OK
String 1-15-12	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-15-13	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-15-14	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-15-15	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-15-16	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-15-17	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-15-18	11,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,59	0,05	0,05	OK	OK
String 1-15-19	42,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,10	0,19	0,19	OK	OK
String 1-15-20	72,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,61	0,33	0,33	OK	OK
String 1-15-21	103,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,13	0,47	0,47	OK	OK
String 1-15-22	133,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,64	0,61	0,61	OK	OK
String 1-16-1	170,75	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,47	0,78	0,78	OK	OK
String 1-16-2	12,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,61	0,06	0,06	OK	OK
String 1-16-3	42,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,12	0,20	0,20	OK	OK
String 1-16-4	73,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,63	0,34	0,34	OK	OK
String 1-16-5	103,77	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,15	0,48	0,48	OK	OK
String 1-16-6	134,26	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,66	0,61	0,61	OK	OK
String 1-16-7	164,75	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,17	0,75	0,75	OK	OK
String 1-16-8	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-16-9	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-16-10	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-16-11	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-16-12	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-16-13	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-16-14	11,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,59	0,05	0,05	OK	OK
String 1-16-15	42,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,10	0,19	0,19	OK	OK
String 1-16-16	72,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,61	0,33	0,33	OK	OK
String 1-16-17	103,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,13	0,47	0,47	OK	OK
String 1-16-18	133,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,64	0,61	0,61	OK	OK
String 1-16-19	164,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,15	0,75	0,75	OK	OK
String 1-16-20	17,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,89	0,08	0,08	OK	OK
String 1-16-21	48,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,40	0,22	0,22	OK	OK
String 1-16-22	78,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,91	0,36	0,36	OK	OK
String 1-17-1	109,77	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,44	0,50	0,50	OK	OK
String 1-17-2	140,26	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,95	0,64	0,64	OK	OK
String 1-17-3	170,75	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,47	0,78	0,78	OK	OK
String 1-17-4	12,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,61	0,06	0,06	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	I _{mp} (A)	I _{sc} (A)	I _b (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm ²)	I _o (A)	I _z (A)	I _b /I _z (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-17-5	42,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,12	0,20	0,20	OK	OK
String 1-17-6	73,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,63	0,34	0,34	OK	OK
String 1-17-7	103,77	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,15	0,48	0,48	OK	OK
String 1-17-8	134,26	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,66	0,61	0,61	OK	OK
String 1-17-9	164,75	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,17	0,75	0,75	OK	OK
String 1-17-10	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-17-11	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-17-12	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-17-13	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-17-14	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-17-15	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-17-16	11,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,59	0,05	0,05	OK	OK
String 1-17-17	42,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,10	0,19	0,19	OK	OK
String 1-17-18	72,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,61	0,33	0,33	OK	OK
String 1-17-19	103,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,13	0,47	0,47	OK	OK
String 1-17-20	133,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,64	0,61	0,61	OK	OK
String 1-17-21	164,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,15	0,75	0,75	OK	OK
String 1-17-22	17,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,89	0,08	0,08	OK	OK
String 1-18-1	42,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,12	0,20	0,20	OK	OK
String 1-18-2	73,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,63	0,34	0,34	OK	OK
String 1-18-3	103,77	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,15	0,48	0,48	OK	OK
String 1-18-4	134,26	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,66	0,61	0,61	OK	OK
String 1-18-5	164,75	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,17	0,75	0,75	OK	OK
String 1-18-6	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-18-7	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-18-8	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-18-9	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-18-10	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-18-11	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-18-12	11,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,59	0,05	0,05	OK	OK
String 1-18-13	42,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,10	0,19	0,19	OK	OK
String 1-18-14	72,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,61	0,33	0,33	OK	OK
String 1-18-15	103,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,13	0,47	0,47	OK	OK
String 1-18-16	133,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,64	0,61	0,61	OK	OK
String 1-18-17	164,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,15	0,75	0,75	OK	OK
String 1-18-18	48,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,40	0,22	0,22	OK	OK
String 1-18-19	78,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,91	0,36	0,36	OK	OK
String 1-18-20	109,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,42	0,50	0,50	OK	OK
String 1-18-21	139,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,93	0,64	0,64	OK	OK
String 1-18-22	170,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,45	0,78	0,78	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	I _{mp} (A)	I _{sc} (A)	I _b (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm ²)	I _o (A)	I _z (A)	I _b /I _z (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-19-1	18,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,91	0,08	0,08	OK	OK
String 1-19-2	12,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,61	0,06	0,06	OK	OK
String 1-19-3	42,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,12	0,20	0,20	OK	OK
String 1-19-4	73,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,63	0,34	0,34	OK	OK
String 1-19-5	103,77	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,15	0,48	0,48	OK	OK
String 1-19-6	134,26	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,66	0,61	0,61	OK	OK
String 1-19-7	164,75	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,17	0,75	0,75	OK	OK
String 1-19-8	2,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,14	0,01	0,01	OK	OK
String 1-19-9	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-19-10	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-19-11	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-19-12	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-19-13	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-19-14	11,92	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,59	0,05	0,05	OK	OK
String 1-19-15	42,40	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,10	0,19	0,19	OK	OK
String 1-19-16	72,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,61	0,33	0,33	OK	OK
String 1-19-17	103,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,13	0,47	0,47	OK	OK
String 1-19-18	133,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,64	0,61	0,61	OK	OK
String 1-19-19	164,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,15	0,75	0,75	OK	OK
String 1-19-20	109,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,42	0,50	0,50	OK	OK
String 1-19-21	139,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,93	0,64	0,64	OK	OK
String 1-19-22	170,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,45	0,78	0,78	OK	OK
String 1-20-1	18,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,91	0,08	0,08	OK	OK
String 1-20-2	48,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,42	0,22	0,22	OK	OK
String 1-20-3	79,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,93	0,36	0,36	OK	OK
String 1-20-4	12,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	0,61	0,06	0,06	OK	OK
String 1-20-5	42,80	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	2,12	0,20	0,20	OK	OK
String 1-20-6	73,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,63	0,34	0,34	OK	OK
String 1-20-7	103,77	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,15	0,48	0,48	OK	OK
String 1-20-8	134,26	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,66	0,61	0,61	OK	OK
String 1-20-9	164,75	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,17	0,75	0,75	OK	OK
String 1-20-10	33,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	1,65	0,15	0,15	OK	OK
String 1-20-11	63,83	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,17	0,29	0,29	OK	OK
String 1-20-12	94,32	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	4,68	0,43	0,43	OK	OK
String 1-20-13	124,81	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,19	0,57	0,57	OK	OK
String 1-20-14	155,29	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	7,70	0,71	0,71	OK	OK
String 1-20-15	72,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,61	0,33	0,33	OK	OK
String 1-20-16	103,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,13	0,47	0,47	OK	OK
String 1-20-17	133,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,64	0,61	0,61	OK	OK
String 1-20-18	164,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,15	0,75	0,75	OK	OK

Circuito string - inversor (BT-CC)																					
String X-Y-Z X: estación potencia Y: inversor Z: string	Longitud (m)	Cable	Nº conductores polo	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
String 1-20-19	78,89	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	3,91	0,36	0,36	OK	OK
String 1-20-20	109,37	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	5,42	0,50	0,50	OK	OK
String 1-20-21	139,86	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	6,93	0,64	0,64	OK	OK
String 1-20-22	170,35	Cu/LSZH	1	12,97	13,85	17,31	1082,90	14040	1	1	0,6	1,02	6	70	42,84	40,41	8,45	0,78	0,78	OK	OK

2. Circuitos inversor – Estación de potencia

Circuito inversor- Estación de potencia																						
INV-X-Y X: Estación potencia Y: Inversor	Longitud (m)	Cable	Nº strings	Nº conductores por fase	Imp (A)	Isc (A)	Ib (A)	V (V)	P (W)	k1	k2	k3	k4	S (mm2)	Io (A)	Iz (A)	Ib/Iz (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV acumulada (%)	Criterio térmico	Criterio ΔV
Inverter 1-1	152,95	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	7,84	0,98	0,98	OK	OK
Inverter 1-2	116,95	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	6,00	0,75	0,75	OK	OK
Inverter 1-3	98,95	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	5,07	0,63	0,63	OK	OK
Inverter 1-4	74,95	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	3,84	0,48	0,48	OK	OK
Inverter 1-5	50,95	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	2,61	0,33	0,33	OK	OK
Inverter 1-6	57,84	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	2,97	0,37	0,37	OK	OK
Inverter 1-7	28,24	AI/XLPE	23	1	298,31	318,55	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	1,45	0,18	0,18	OK	OK
Inverter 1-8	64,24	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	3,29	0,41	0,41	OK	OK
Inverter 1-9	138,31	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	7,09	0,89	0,89	OK	OK
Inverter 1-10	265,77	AI/XLPE	23	1	298,31	318,55	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	240	343	212,93	84,77	10,39	1,30	1,30	OK	OK
Inverter 1-11	112,24	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	5,75	0,72	0,72	OK	OK
Inverter 1-12	154,62	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	7,93	0,99	0,99	OK	OK
Inverter 1-13	94,62	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	4,85	0,61	0,61	OK	OK
Inverter 1-14	58,62	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	3,01	0,38	0,38	OK	OK
Inverter 1-15	34,62	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	1,77	0,22	0,22	OK	OK
Inverter 1-16	24,31	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	1,25	0,16	0,16	OK	OK
Inverter 1-17	48,31	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	2,48	0,31	0,31	OK	OK
Inverter 1-18	66,31	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	3,40	0,42	0,42	OK	OK
Inverter 1-19	90,31	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	4,63	0,58	0,58	OK	OK
Inverter 1-20	114,31	AI/XLPE	22	1	285,34	304,7	180,5	800	250000	1	1	0,64	0,97	185	296	183,76	98,23	5,86	0,73	0,73	OK	OK

Anejo 2: Memoria de cálculo MT

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MW
Capacidad de acceso: 5,00 MW

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Diciembre 2022

ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. CRITERIOS BASE PARA EL CÁLCULO	3
3. NORMATIVA APLICABLE	4
4. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR	4
5. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.....	4
6. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	5
6.1. MÁXIMA INTENSIDAD NOMINAL	5
6.2. CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN.....	8
6.3. CÁLCULO POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.....	8
6.4. PÉRDIDA DE POTENCIA.....	9
7. SISTEMA DE PROTECCIONES.....	10
7.1. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS	10
7.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS	10
7.3. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	11
8. RESULTADOS DE CÁLCULO	11

1. Objeto

Se redacta el siguiente anejo para dar justificación a los datos de diseño que se han considerado al proyectar la línea subterránea en 20 kV para la evacuación de la energía generada por la instalación fotovoltaica Las Prietas hasta las barras del CRARROYO ESPINO-COL (T) 20 kV.

En la presente memoria de cálculo se llevará a cabo el estudio de los siguientes cálculos eléctricos:

- Cálculo eléctrico de línea subterránea de media tensión en 20 kV.

2. Criterios base para el cálculo

Los criterios que se seguirán para el cálculo son:

- No se excederá la capacidad de carga de corriente continua máxima, después de aplicar factores de reducción de potencia según la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 06.
- La caída máxima de tensión considerada para los circuitos de media tensión será del 5 %. La pérdida de potencia máxima será igualmente de 2,5 %.
- La temperatura del cable en condiciones normales debe ser inferior a la temperatura máxima permitida para el cable con la corriente nominal.
- La capacidad de rotura mecánica de cualquier cable no se superará en condiciones de fallo por cortocircuito.
- La temperatura máxima de cortocircuito del conductor no se excederá en condiciones de fallo.
- El tiempo máximo de despeje de fallo trifásico de cortocircuito será de 0,5 segundos.
- El tiempo máximo de despeje de fallo de cortocircuito a tierra es de 1 segundo.
- La temperatura inicial del conductor se tomará como igual a la temperatura máxima nominal continua del aislamiento.
- No se considera efecto de la radiación solar sobre el cable ya que los cables discurrirán enterrados.
- Se considera que la profundidad de instalación es de 1,00 m (medido hasta la parte superior del cable).
- Se considera que para el suelo la temperatura será de 25°C.
- Se considera que el factor de potencia es igual a 0,95.

3. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m=1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m=36$ kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

4. Características del conductor

El conductor a utilizar será del tipo RHZ1 H-1 Al/0L/20L 12/20 kV, con las siguientes características.

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| - Tipo constructivo: | Unipolar |
| - Conductor: | Aluminio, semirígido clase 2 según UNE-EN 60228 |
| - Aislamiento: | XLPE |
| - Nivel aislamiento: | 12/20 kV |
| - Pantalla metálica: | Corona de hilos de cobre |
| - Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente: | 90 °C |
| - Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito: | 250 °C |
| - Temperatura mínima de servicio: | -15 °C |

5. Condiciones de la Instalación

El Proyecto presenta las siguientes condiciones para la instalación de media tensión:

- Temperatura del terreno: 25 °C
- Resistividad media del terreno: 1,00 Km/W
- Profundidad de enterramiento: 1,00 m.

- Agrupación de circuitos: 1 circuito de cable aluminio unipolar directamente enterrado.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,00 K·m/W según la UNE 21144-3-1.

6. Metodología de Cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de tres criterios diferentes:

- Máxima intensidad nominal.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima de cortocircuito

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario calcular previamente en cada línea:

- Intensidad nominal para la que debe ser diseñada.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito que puede aparecer en la línea.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

6.1. Máxima intensidad nominal

La máxima intensidad nominal vendrá dada por la expresión:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

Siendo:

- S [kVA] potencia máxima de generación
- Un [kV] Tensión nominal

Línea MT	Desde	Hasta	Potencia máxima (kVA)	Tensión nominal (kV)	Máxima Intensidad (A)
1	Estación de potencia	CS	5.000	20	144,34

Línea MT	Desde	Hasta	Potencia máxima (kVA)	Tensión nominal (kV)	Máxima Intensidad (A)
2	CS	SET	5.000	20	144,34

Tabla 1. Configuración instalación media tensión

El dimensionamiento del cableado se establece teniendo en cuenta que la capacidad amperimétrica del cable deberá corregirse las condiciones de instalación establecidas en la instrucción técnica complementaria ITC-06 "Líneas subterráneas con cables aislados".

Los factores de corrección aplicados en el cálculo son los siguientes:

- **Temperatura del terreno:** según la tabla 7 de la ITC-LAT 06 se tiene que el factor de corrección en nuestro caso será igual a 1,00 ($f_1 = 1,00$).

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

Tabla 2. Factor de corrección, F para temperatura del terreno distinta de 25°C

- **Profundidad de instalación:** según la tabla 11 de la ITC-LAT 06 se tiene que, para una profundidad de instalación de 1,00 metros, el factor de corrección es 1,00 ($f_2 = (1,00)$).

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Tabla 3. Factor de corrección para profundidad de la instalación distintas de 1 m

- **Resistividad térmica del terreno:** dado que se desconoce el valor de resistividad térmica del terreno, se supone una resistividad térmica del terreno, de 1,00 Km/W ($f_3=1,00$).

Tipo de instalación	Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81	

Tabla 4. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k*m/W

- Distancia entre ternos: según la tabla 10 de la ITC-LAT 06, se tiene que para una configuración de un circuito, el factor de corrección es de 1,00 ($f_4 = 1,00$).

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

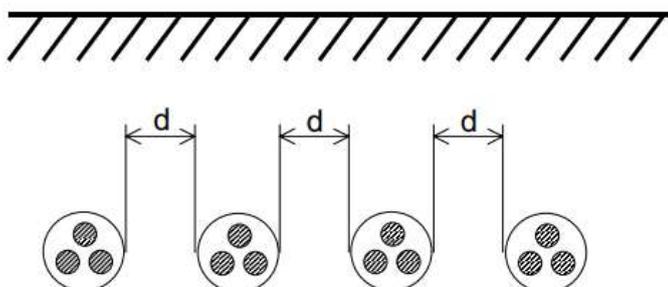


Tabla 5. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

6.2. Cálculo por Caída de Tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{N} \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sen\varphi)$$

Donde:

- ΔV es la caída de tensión (V)
- I es la intensidad circulante (A)
- L es la longitud del conductor (m)
- N número de cables por fase
- R es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- X es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $\cos\varphi$ es el factor de potencia

En los criterios de diseño se establece como base para el cálculo que la temperatura inicial del conductor se tomará como igual a la temperatura máxima nominal continua del aislamiento. Así, la resistencia a 90°C (temperatura máxima del aislamiento) a partir del dato de la resistencia a 20°C del cable y de los datos de la norma UNE 21096 se calcula por la expresión:

$$R_{90^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} [1 + \alpha(T - 20)]$$

También se establece en los criterios de cálculo que el factor de potencia será igual a 0,95 ($\cos\phi = 0,95$).

6.3. Cálculo por Intensidad de Cortocircuito

La norma IEC-60685 introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- I_{cc} es la corriente de cortocircuito (A)
- t_{cc} es la duración del cortocircuito (s)
- S es la sección del conductor (mm^2)
- β es la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura

- θ_f es la temperatura final del cortocircuito (°C)
- θ_i es la temperatura inicial del cortocircuito (°C)
- k es una constante dependiente del material conductor

Las constantes de la formulación anterior son:

Material	k	β
Cobre	226	234,5
Aluminio	148	228

Tabla 6. Constantes dependientes del material

Aislamiento	θ_i	θ_f
PVC	70	160
XLPE/EPR	90	250

Tabla 7. Constantes dependientes del aislamiento

Teniendo en cuenta estos valores, la expresión se puede simplificar a:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Siendo K :

Material y Aislamiento	K
Cobre y PVC	115
Aluminio y PVC	74
Cobre y XLPE/EPR	143
Aluminio y XLPE/EPR	92

Tabla 8. Valor de la constante K

6.4. Pérdida de potencia

La pérdida de potencia por efecto Joule que se produce para la máxima potencia de la línea viene dada por la fórmula:

$$P_{P,m\acute{a}x.} = 3 * r * L * (I_{m\acute{a}x.})^2$$

Siendo:

- $P_{P,m\acute{a}x.}$: Pérdida de potencia máxima por efecto Joule (kW)
- r : Resistencia de la línea (Ω/km)
- L : longitud de la línea (km)

Así, en porcentaje, se tiene:

$$P_{P\ TOTAL}(\%) = \frac{P_p}{P} = \frac{W}{W} = \%$$

7. Sistema de Protecciones

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la ITC MIE-RAT 09 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir durante su actuación proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferromagnetismos por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

7.1. Protección contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán 298 A y 54 A respectivamente, tal y como se indica en el capítulo 6 de la ITC-LAT 06 para cables de aislamiento XLPE.

Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

7.2. Protección contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos

de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

7.3. Protección contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIERAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

8. Resultados de Cálculo

En el *Anexo I. Cálculo eléctrico LSMT 20 kV* se reflejan tabulados los resultados de los cables de media tensión.

Colmenar Viejo, Diciembre de 2022

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Corroero Cabrera
Colegiado 7.426

Anexo I: Cálculo eléctrico LSMT 20 kV

Línea MT	Desde	Hasta	S (mm ²)	Nº conductores por fase	Material	Longitud (m)	Nº inv	Nº circuitos/zanja	S (MVA)	V (V)	I (A)	k1	k2	k3	k4	I ₀ (A)	I _z (A)	I/I _z (%)	ΔV (V)	ΔV (%)	ΔV Acumulada (%)	Pérdidas P (W)	Pérdidas P (%)	I _{cc} (kA)	S _{min} para I _{cc} (mm ²)	Criterio térmico	Criterio ΔV	Criterio cortocircuito
1	Skid	CS	300	1	AL/XLPE	254,34	1	1	5,000	20.000	144,34	1	1	1	1	390	390,00	37,01	13,09	0,07	0,07	1.796,28	0,04	5,00	54,28	OK	OK	OK
2	CS	SET	300	1	AL/XLPE	918,43	1	1	5,000	20.000	144,34	1	1	1	1	390	390,00	37,01	47,28	0,236	0,236	6.486,41	0,130	25,165	273,53	OK	OK	OK

Anejo 3: Configuración eléctrica

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MW
Capacidad de acceso: 5,00 MW

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Diciembre 2022

ÍNDICE

1. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA..... 3

1. Configuración eléctrica de la Planta Solar Fotovoltaica

En el presente anejo se presenta la configuración eléctrica de la Instalación Fotovoltaica Las Prietas de 5,00 MW de potencia instalada y 5,00 MW de capacidad de acceso.

Estación de potencia	Nº strings	Potencia pico (kWp)	Nº inversores	Potencia nominal (KW)	Ratio CC/CA
EP1	442,00	6.205,68	20,00	5.000,00	1,24

Tabla 1. Configuración planta fotovoltaica (1 de 2)

Estación de potencia	Inversor nº	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
EP1	1	22	572	308,88
	2	22	572	308,88
	3	22	572	308,88
	4	22	572	308,88
	5	22	572	308,88
	6	22	572	308,88
	7	23	598	322,92
	8	22	572	308,88
	9	22	572	308,88
	10	23	598	322,92
	11	22	572	308,88
	12	22	572	308,88
	13	22	572	308,88
	14	22	572	308,88
	15	22	572	308,88
	16	22	572	308,88
	17	22	572	308,88
	18	22	572	308,88
	19	22	572	308,88
	20	22	572	308,88
Total	20	442	11.492	6.205,68

Tabla 2. Configuración planta fotovoltaica (2 de 2)

Anejo 4: Estudio de producción energética

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

**Potencia instalada: 5,00 MW
Capacidad de acceso: 5,00 MW**

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Noviembre 2022

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Las Prietas

Variante: Las Prietas

Sistema de rastreo, con retroceso

Potencia del sistema: 6206 kWp

Colmenar Viejo - Spain



PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:
16/12/22 10:05
con v7.2.8

Resumen del proyecto

<p>Sitio geográfico Colmenar Viejo España</p>	<p>Situación Latitud 40.67 °N Longitud -3.75 °W Altitud 882 m Zona horaria UTC+1</p>	<p>Configuración del proyecto Albedo 0.20</p>
<p>Datos meteo Colmenar Viejo Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=87% - Sintético</p>		

Resumen del sistema

<p>Sistema conectado a la red Orientación campo FV Plano de rastreo, eje horizontal N-S Azimut del eje 0 °</p>	<p>Sistema de rastreo, con retroceso Sombreados cercanos Sombreados lineales</p>	<p>Necesidades del usuario Carga ilimitada (red)</p>																
<p>Información del sistema</p> <table border="0"> <tr> <td colspan="2">Conjunto FV</td> <td colspan="2">Inversores</td> </tr> <tr> <td>Núm. de módulos</td> <td>11492 unidades</td> <td>Núm. de unidades</td> <td>20 unidades</td> </tr> <tr> <td>Pnom total</td> <td>6206 kWp</td> <td>Pnom total</td> <td>5000 kWca</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Proporción Pnom</td> <td>1.241</td> </tr> </table>			Conjunto FV		Inversores		Núm. de módulos	11492 unidades	Núm. de unidades	20 unidades	Pnom total	6206 kWp	Pnom total	5000 kWca			Proporción Pnom	1.241
Conjunto FV		Inversores																
Núm. de módulos	11492 unidades	Núm. de unidades	20 unidades															
Pnom total	6206 kWp	Pnom total	5000 kWca															
		Proporción Pnom	1.241															

Resumen de resultados

Energía producida	11876 MWh/año	Producción específica	1914 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	82.80 %
-------------------	---------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos especiales	9



PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:
16/12/22 10:05
con v7.2.8

Parámetros generales

Sistema conectado a la red		Sistema de rastreo, con retroceso		Modelos usados	
Orientación campo FV		Estrategia de retroceso		Transposición Perez	
Orientación		Núm. de rastreadores 442 unidades		Difuso Perez, Meteonorm	
Plano de rastreo, eje horizontal N-S		Tamaños		Circunsolar separado	
Azimut del eje 0 °		Espaciado de rastreador 6.00 m			
		Ancho de colector 2.26 m			
		Proporc. cob. suelo (GCR) 37.6 %			
		Phi mín/máx. +/- 60.0 °			
		Ángulo límite del retroceso			
		Límites de phi +/- 67.7 °			
Horizonte		Sombreados cercanos		Necesidades del usuario	
Altura promedio 1.3 °		Sombreados lineales		Carga ilimitada (red)	
Sistema bifacial					
Modelo		Cálculo 2D			
		rastreadores ilimitados			
Geometría del modelo bifacial				Definiciones del modelo bifacial	
Espaciado de rastreador 6.00 m				Albedo de tierra 0.22	
Ancho de rastreador 2.26 m				Factor de bifacialidad 70 %	
GCR 37.6 %				Fact. sombreado trasero 5.0 %	
Altura del eje sobre el suelo 2.10 m				Fact. desajuste trasero 10.0 %	
				Fracción transparente de cobertizo 0.0 %	

Características del conjunto FV

Módulo FV		Inversor	
Fabricante Longi Solar		Fabricante Sungrow	
Modelo LR5-72 HBD 540 M Bifacial		Modelo SG250HX	
(Base de datos PVsyst original)		(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia 540 Wp		Unidad Nom. Potencia 250 kWca	
Número de módulos FV 11492 unidades		Número de inversores 20 unidades	
Nominal (STC) 6206 kWp		Potencia total 5000 kWca	
Módulos 442 Cadenas x 26 En series		Voltaje de funcionamiento 500-1500 V	
En cond. de funcionam. (50°C)		Proporción Pnom (CC:CA) 1.24	
Pmpp 5672 kWp			
U mpp 970 V			
I mpp 5847 A			
Potencia FV total		Potencia total del inversor	
Nominal (STC) 6206 kWp		Potencia total 5000 kWca	
Total 11492 módulos		Núm. de inversores 20 unidades	
Área del módulo 29374 m²		Proporción Pnom 1.24	
Área celular 26643 m²			



PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:
16/12/22 10:05
con v7.2.8

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia

Uc (const) 29.0 W/m²K

Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 2.7 mΩ

Frac. de pérdida 1.5 % en STC

LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida 1.5 %

Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.4 %

Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.1 %

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	25°	45°	60°	65°	70°	75°	80°	90°
1.000	1.000	0.995	0.962	0.936	0.903	0.851	0.754	0.000

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta transfo MV

Voltaje inversor 800 Vca tri

Frac. de pérdida 1.27 % en STC

Inversor: SG250HX

Sección cables (20 Inv.) Cobre 20 x 3 x 185 mm²

Longitud media de los cables 262 m

Línea MV hasta inyección

Voltaje MV 20 kV

Cables Alu 3 x 300 mm²

Longitud 1173 m

Frac. de pérdida 0.19 % en STC

Pérdidas de CA en transformadores

Transfo MV

Voltaje de red 20 kV

Pérdidas operativas en STC

Potencia nominal en STC 6106 kVA

Pérdida de hierro (Conexión 24/24) 6.11 kW

Frac. de pérdida 0.10 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 0.94 mΩ

Frac. de pérdida 0.90 % en STC



PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:
16/12/22 10:05
con v7.2.8

Definición del horizonte

Horizonte del servicio web de Meteonorm, lat=40,6724, lon=-3,7482

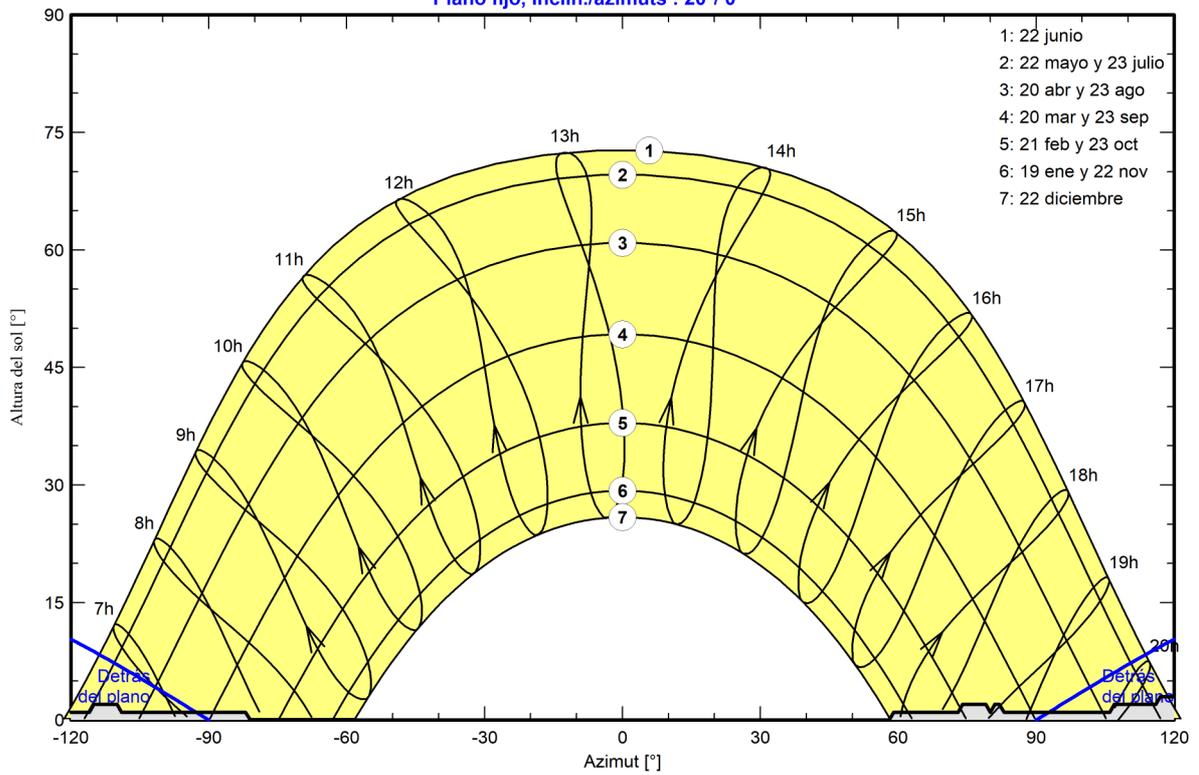
Altura promedio	1.3 °	Factor Albedo	0.92
Factor difuso	0.98	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-178	-177	-163	-162	-156	-155	-150	-149	-144	-143	-126	-125
Altura [°]	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0
Azimut [°]	-116	-115	-110	-109	-82	-81	58	59	73	74	79	80	81
Altura [°]	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0
Azimut [°]	82	83	106	107	116	117	125	126	127	128	159	160	179
Altura [°]	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

Plano fijo, Inclín./azimuts : 20°/ 0°





PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:
16/12/22 10:05
con v7.2.8

Parámetro de sombreados cercanos

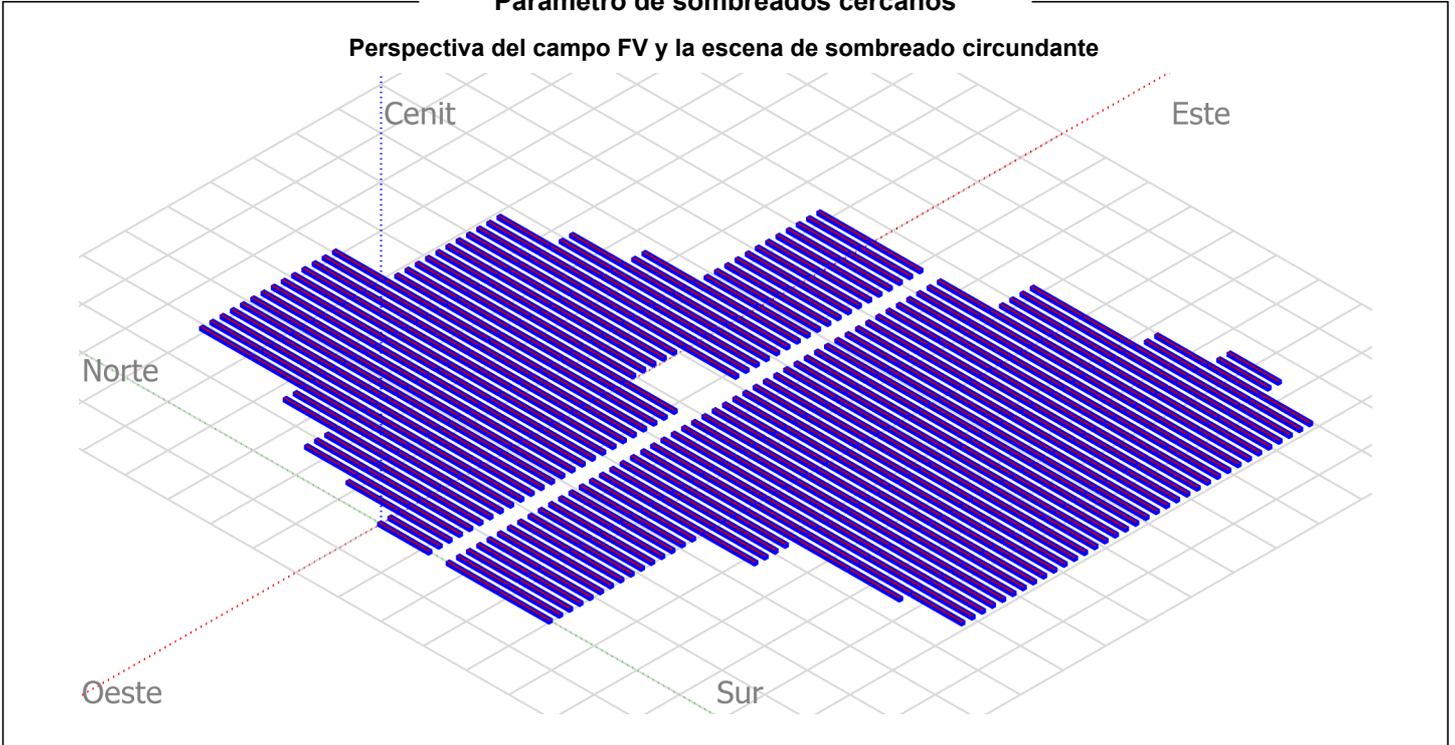
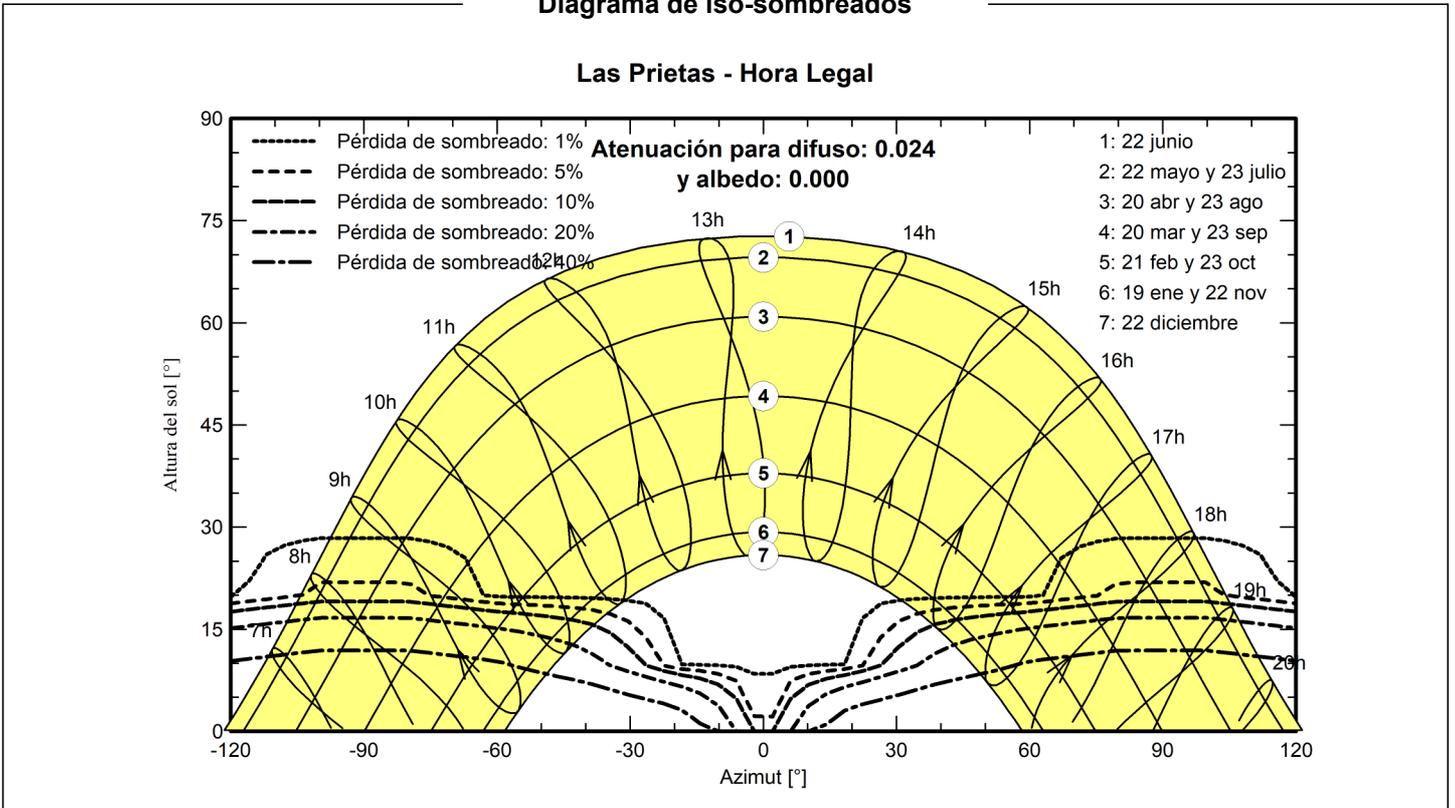


Diagrama de iso-sombreados





PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:
16/12/22 10:05
con v7.2.8

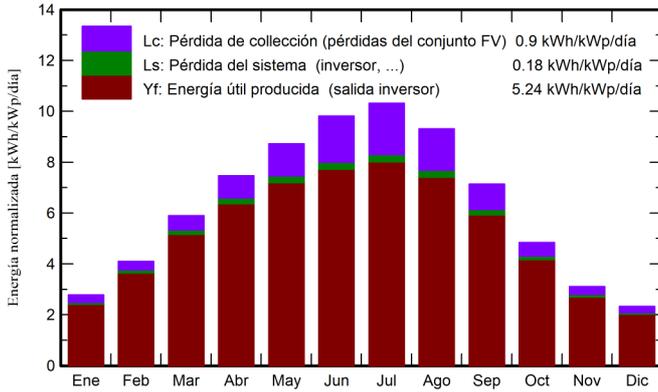
Resultados principales

Producción del sistema

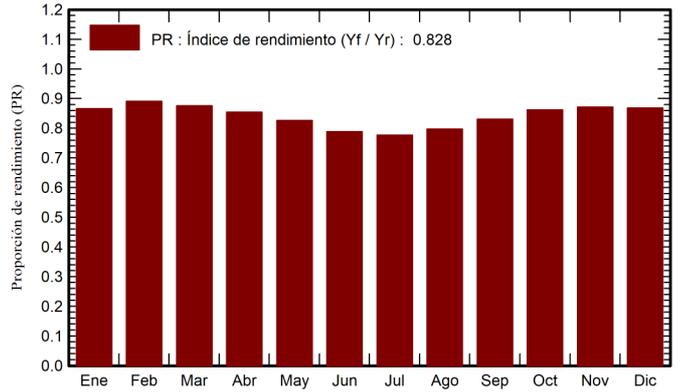
Energía producida 11876 MWh/año

Producción específica 1914 kWh/kWp/año
Proporción de rendimiento (PR) 82.80 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	61.6	24.58	5.70	86.4	76.1	480	464	0.866
Febrero	83.8	30.34	6.85	114.9	105.1	656	635	0.891
Marzo	134.3	51.60	10.36	182.8	168.4	1027	993	0.876
Abril	168.6	61.28	12.78	224.0	208.6	1229	1187	0.854
Mayo	203.3	72.77	17.58	270.5	252.9	1436	1387	0.826
Junio	221.7	64.60	23.25	294.3	275.8	1491	1439	0.788
Julio	235.1	62.48	26.77	319.9	299.4	1598	1542	0.777
Agosto	208.8	60.85	26.14	288.6	269.0	1479	1427	0.797
Septiembre	155.9	52.81	21.17	214.4	198.0	1143	1105	0.830
Octubre	108.7	39.85	15.66	150.0	137.7	830	803	0.862
Noviembre	68.1	27.88	9.19	93.3	84.0	522	504	0.871
Diciembre	53.6	24.92	6.31	72.4	63.6	404	390	0.868
Año	1703.7	573.94	15.20	2311.3	2138.4	12294	11876	0.828

Leyendas

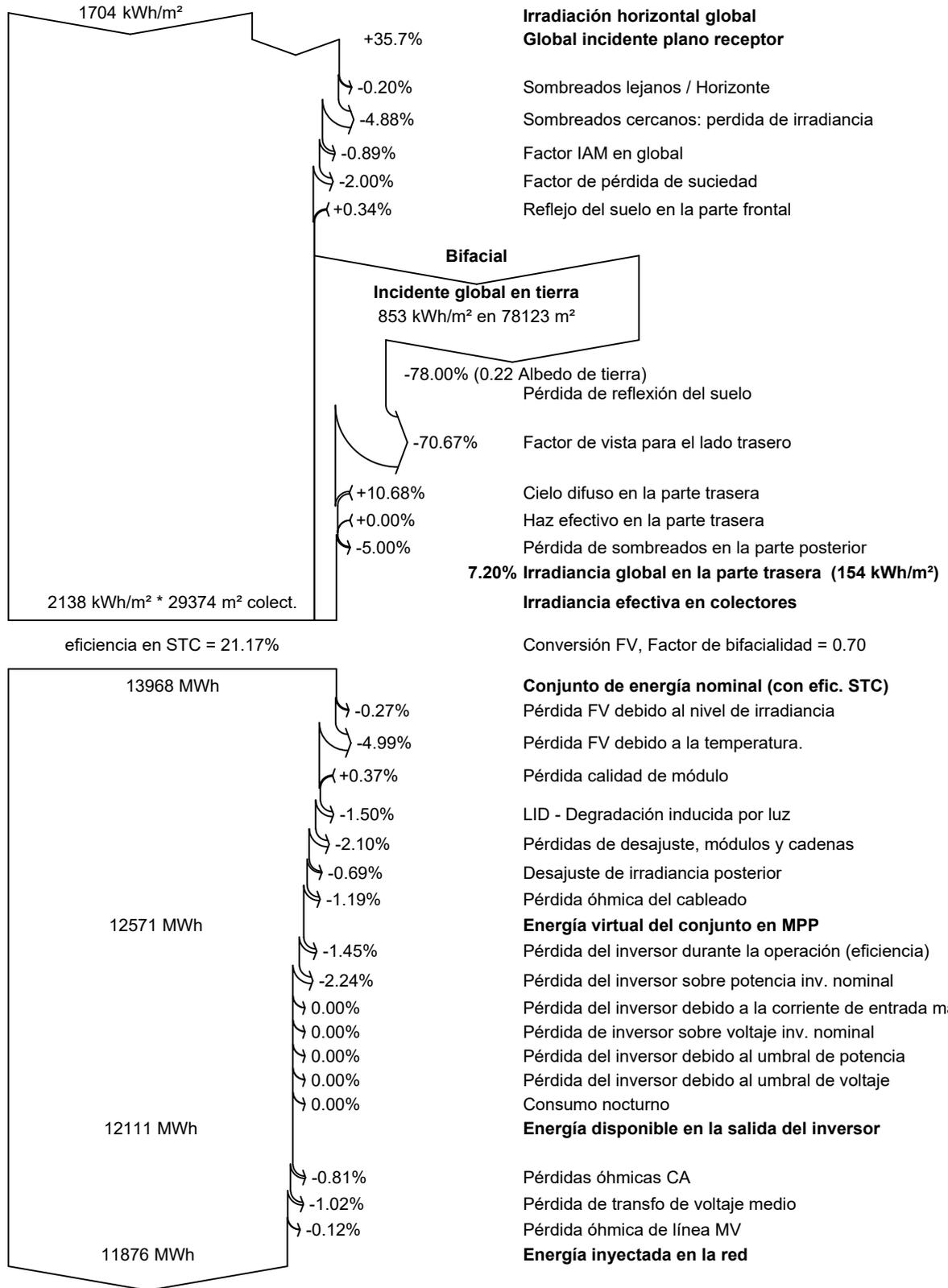
- GlobHor Irradiación horizontal global
- DiffHor Irradiación difusa horizontal
- T_Amb Temperatura ambiente
- GlobInc Global incidente plano receptor
- GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- EArray Energía efectiva a la salida del conjunto
- E_Grid Energía inyectada en la red
- PR Proporción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



PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:
16/12/22 10:05
con v7.2.8

Diagrama de pérdida



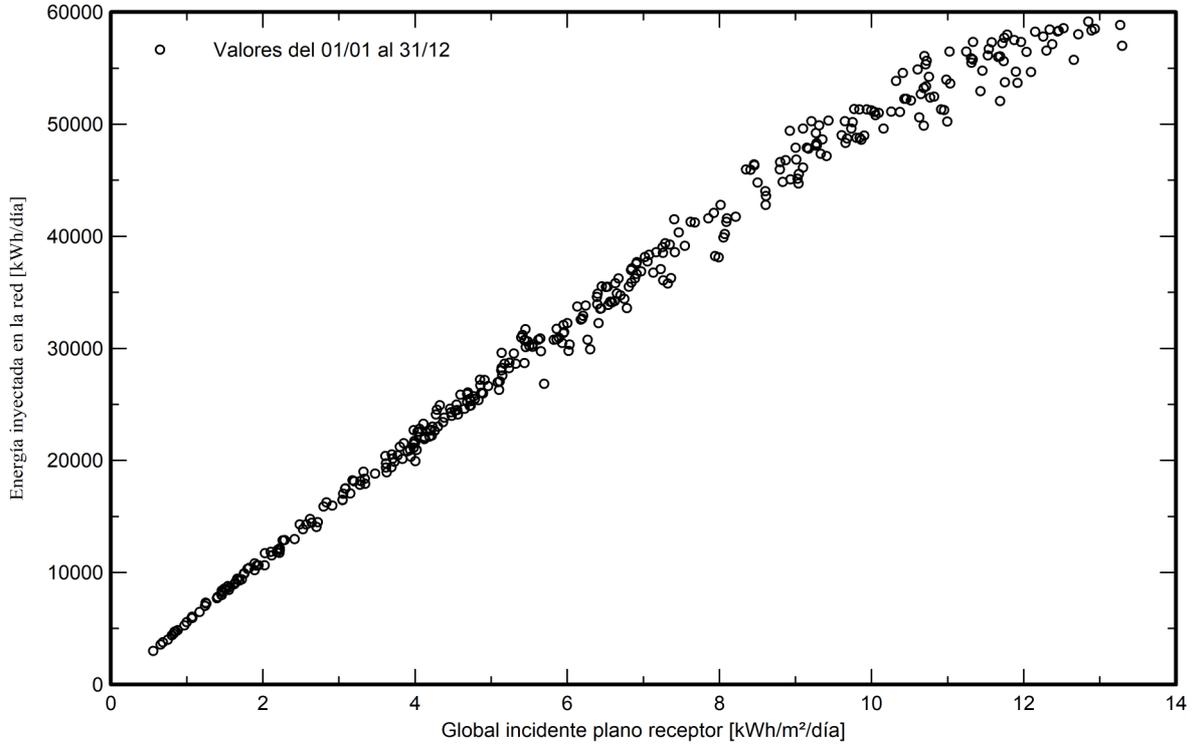


PVsyst V7.2.8

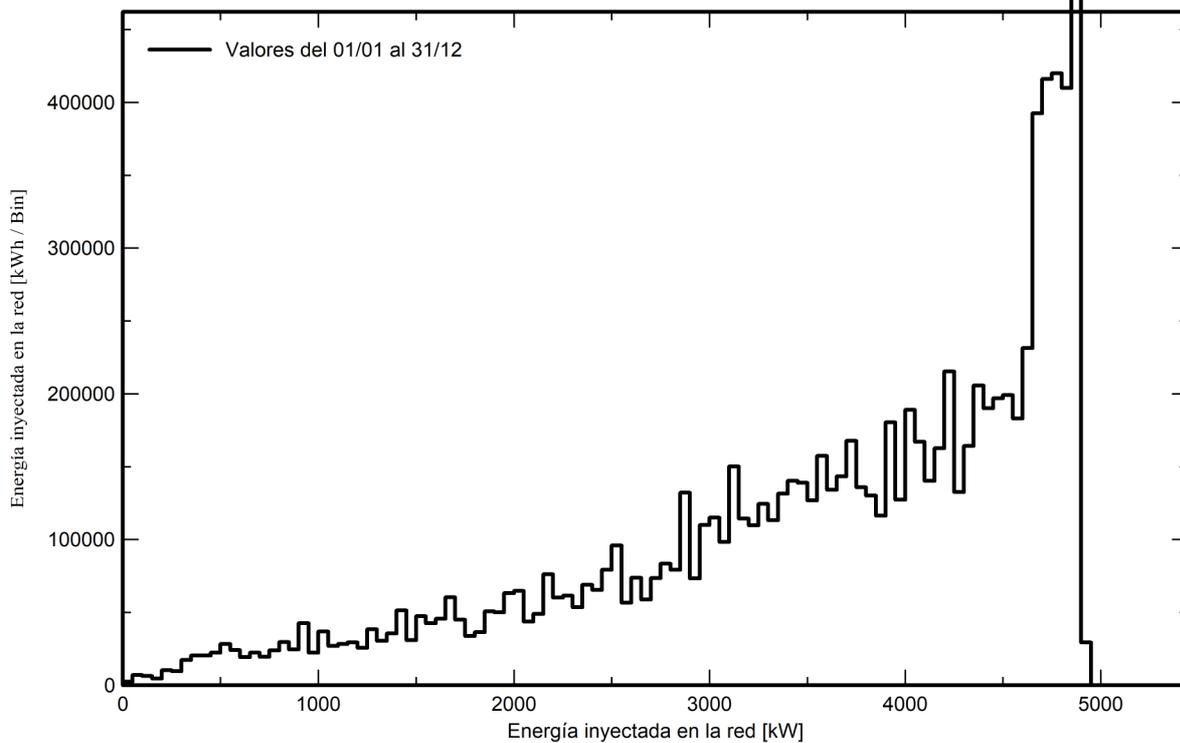
VCO, Fecha de simulación:
16/12/22 10:05
con v7.2.8

Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Anejo 5: Estudio de Seguridad y Salud

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MW
Capacidad de acceso: 5,00 MW

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Diciembre 2022

ÍNDICE

MEMORIA 7

1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD..... 8

1.1. DATOS GENERALES..... 8

 1.1.1. *Datos del proyecto* 8

 1.1.2. *Promotor* 8

 1.1.3. *Proyectista* 8

 1.1.4. *Coordinador de seguridad y salud en proyecto* 8

 1.1.5. *Normas de seguridad aplicables* 9

 1.1.6. *Obligaciones en Materia de Seguridad y Salud* 11

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA..... 13

 1.2.1. *Descripción de la obra*..... 13

 1.2.2. *Centros asistenciales más próximos* 14

 1.2.3. *Acceso a la obra y vallado*..... 15

 1.2.4. *Personal en obra y duración de la obra* 15

1.3. ALCANCE 15

1.4. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 16

1.5. SEGUROS..... 17

2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES..... 17

2.1. FORMACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES..... 17

 2.1.1. *Charla de seguridad y primeros auxilios para el personal de ingreso en obra* 17

 2.1.2. *Charla sobre riesgos específicos* 18

2.2. DOCUMENTACIÓN A DISPOSICIÓN DEL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 18

2.3. RECONOCIMIENTO MÉDICO DE LOS TRABAJADORES 18

2.4. ACCIDENTES IN ITINERE..... 19

2.5. PRIMEROS AUXILIOS 19

2.6. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD 19

2.7.	PROTECCIÓN DE LOS MENORES	19
2.8.	SEGURO DE RIESGOS LABORALES.....	20
3.	DISPOSICIONES FACULTATIVAS	20
3.1.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA	20
3.2.	INFORMACIÓN Y FORMACIÓN.....	21
3.3.	ACCIDENTE LABORAL	21
3.3.1.	<i>Actuaciones.....</i>	<i>21</i>
3.3.2.	<i>Comunicaciones</i>	<i>22</i>
3.3.3.	<i>Actuaciones administrativas.....</i>	<i>22</i>
3.4.	APROBACIÓN DE CERTIFICACIONES.....	23
3.5.	PRECIOS CONTRADICTORIOS	23
3.6.	LIBRO DE INCIDENCIAS	23
3.7.	LIBRO DE ORDENES.....	24
3.8.	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES	24
3.9.	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	24
3.10.	DOCUMENTACIÓN.....	25
4.	DISPOSICIONES TÉCNICAS	25
4.1.	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBERÁN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	25
4.2.	EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	25
4.2.1.	<i>Equipos de protección individual (EPIs)</i>	<i>25</i>
4.2.2.	<i>Equipos de protección colectiva.....</i>	<i>27</i>
4.3.	SEÑALIZACIÓN.....	28
4.3.1.	<i>Señalización de riesgos en el trabajo</i>	<i>28</i>
4.3.2.	<i>Señalización vial.....</i>	<i>28</i>
4.3.3.	<i>Características técnicas.....</i>	<i>28</i>
4.3.4.	<i>Montaje de las señales.....</i>	<i>28</i>
4.3.5.	<i>Protecciones durante la colocación de la señalización</i>	<i>29</i>

- 4.4. ÚTILES Y HERRAMIENTAS PORTÁTILES 29
- 4.5. MAQUINARIA..... 29
- 4.6. INSTALACIONES PROVISIONALES 30
 - 4.6.1. *Instalación eléctrica* 30
 - 4.6.2. *Servicios de higiene y bienestar en obra*..... 32
- 5. DISPOSICIONES ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS 32**
- 6. PROCESO ANÁLISIS DE RIESGOS 33**
- 7. ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO..... 34**
 - 7.1. ACTIVIDADES PRINCIPALES..... 34
 - 7.2. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO 35
 - 7.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD 35
 - 7.4. MOVIMIENTOS DE TIERRAS..... 36
 - 7.4.1. *Normas de seguridad*..... 36
 - 7.4.2. *Identificación de riesgos* 39
 - 7.4.3. *Señalización, protecciones colectivas y EPIs* 40
 - 7.5. CIMENTACIONES..... 41
 - 7.5.1. *Normas de seguridad*..... 41
 - 7.5.2. *Identificación de riesgos* 42
 - 7.5.3. *Señalización, protecciones colectivas y EPIs* 43
 - 7.6. MONTAJE DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS 44
 - 7.6.1. *Normas de seguridad*..... 44
 - 7.6.2. *Identificación de riesgos* 44
 - 7.6.3. *Señalización, protecciones colectivas y EPIs* 44
 - 7.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA..... 45
 - 7.7.1. *Normas de seguridad*..... 45
 - 7.7.2. *Identificación de riesgos* 47
 - 7.7.3. *Señalización, protecciones colectivas y EPIs* 48

7.8.	PUESTA EN MARCHA.....	49
7.8.1.	<i>Normas de seguridad</i>	49
7.8.2.	<i>Identificación de riesgos</i>	49
7.8.3.	<i>Señalización, protecciones colectivas y EPIs</i>	50
8.	ANÁLISIS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	50
8.1.	MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	50
8.2.	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y SALUD	52
8.3.	EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	53
8.4.	MAQUINARIA.....	54
8.4.1.	<i>Bulldozer</i>	54
8.4.2.	<i>Retroexcavadora</i>	54
8.4.3.	<i>Apisonadora</i>	56
8.4.4.	<i>Bañera y camión volquete</i>	57
8.4.5.	<i>Camión hormigonera</i>	58
8.4.6.	<i>Camión grúa y camión con pluma</i>	59
8.4.7.	<i>Dumper</i>	60
8.4.8.	<i>Autohormigonera</i>	61
8.4.9.	<i>Zanjadora</i>	61
8.4.10.	<i>Maquina hincapostes</i>	63
8.5.	EQUIPOS	65
8.5.1.	<i>Compresor neumático</i>	65
8.5.2.	<i>Martillo neumático</i>	65
8.5.3.	<i>Sierra circular portátil</i>	66
8.5.4.	<i>Instalación eléctrica auxiliar</i>	66
8.5.5.	<i>Escaleras manuales</i>	69
8.5.6.	<i>Andamios y plataformas de trabajo</i>	71
8.5.7.	<i>Estrobos, cables y cuerdas</i>	72

8.6.	INSTALACIONES PROVISIONALES	72
PLIEGO DE CONDICIONES		74
1.	LEGISLACIÓN	75
2.	CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	76
3.	CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	77
4.	SEÑALIZACIÓN DE OBRA	77
5.	EQUIPOS DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	78
6.	FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES.....	78
7.	ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL	79
8.	COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE.....	80
9.	SEGURIDAD DE LA OBRA.....	80
10.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	81
11.	OBLIGACIONES DE CADA CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y	
SALUD	82	
12.	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD	82
13.	LIBRO DE INCIDENCIAS	83
14.	SEGURIDAD DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL	84
15.	SUBCONTRATACIÓN	84
PRESUPUESTO		86
PLANOS		90

Memoria

1. Objeto del estudio de seguridad y salud

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es establecer las directrices generales encaminadas a disminuir, en la medida de lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, durante la ejecución de las obras de la instalación fotovoltaica Las Prietas y sus infraestructuras de evacuación en el término municipal de Colmenar Viejo (Madrid).

El presente Estudio de Seguridad y Salud se ha elaborado en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. También se ha dado cumplimiento al Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

1.1. Datos generales

1.1.1. Datos del proyecto

- Título: Proyecto ejecutivo de instalación fotovoltaica "Las Prietas" e infraestructuras de evacuación en el T.M de Colmenar Viejo (Madrid).
- Situación: Colmenar Viejo (Madrid).
- Presupuesto Ejecución (Según Proyecto): 5.152.085,61 €

1.1.2. Promotor

- Nombre: Sociedad de Explotación Fovovoltaica Kapa S.L.
- C.I.F.: B-31914674

Dirección: C/ Carretera Pamplona Salinas Nº11 CP: 31191. Esquiroz, Navarra, España.

1.1.3. Projectista

- Projectista: Manuel Cañas Mayordomo
- Titulación: Ingeniero Agrónomo
- Projectista: Daniel Corroero Cabrera
- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino, 14 (Local), Córdoba (C.P: 14004)
- CIF: B-56006984

1.1.4. Coordinador de seguridad y salud en proyecto

- Coordinador de seguridad y salud: Manuel Cañas Mayordomo
- Titulación: Ingeniero Agrónomo

- Coordinador de seguridad y salud: Daniel Correro Cabrera
- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: C/ Tomas de Aquino, 14 (Local), Córdoba (C.P: 14004)
- CIF: B-56006984

1.1.5. Normas de seguridad aplicables

Las normativas indicadas en este punto serán de obligado cumplimiento durante la ejecución del Proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, De 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.

- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- R.D. 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debido a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997).

- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.
- Ley 19/2001 de 19 de diciembre de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por R.D. legislativo 339/1990.
- Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.
- Real Decreto 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITC's.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
- Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

1.1.6. Obligaciones en Materia de Seguridad y Salud

- El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre se ocupa de las obligaciones del Promotor, reflejadas en los Artículos 3 y 4; Contratista, en los Artículos 7, 11, 15 y 16; Subcontratistas, en el Artículo 11, 15 y 16 y Trabajadores Autónomos en el Artículo 12.
- El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para que el Estudio de Seguridad y Salud quede incluido como documento integrante del Proyecto de Ejecución de Obra. Dicho Estudio de Seguridad y Salud será visado en el Colegio profesional correspondiente.
- Asimismo, se abonará al Contratista o Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, las partidas incluidas en el documento Presupuesto del Plan de Seguridad y Salud. Si se implantasen elementos de seguridad no incluidos en el Presupuesto, durante la realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- El Promotor vendrá obligado a abonar al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra los honorarios devengados en concepto de aprobación

del Plan de Seguridad y Salud, así como los de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

- El Real Decreto 1627/1997 indica que cada contratista debe elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- El Plan de Seguridad y Salud que analice, estudie, desarrolle y complemente este Estudio de Seguridad y Salud constará de los mismos apartados, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrán implicar disminución del importe total ni de los niveles de protección. La aprobación expresa del Plan quedará plasmada en acta firmada por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y el representante de la empresa constructora con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.
- La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas o empleados.
- Para aplicar los principios de la acción preventiva, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de Prevención o concertará dicho servicio a una entidad especializada ajena a la Empresa.
- La definición de estos Servicios, así como la dependencia de determinar una de las opciones que hemos indicado para su desarrollo, está regulado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 en sus artículos 30 y 31, así como en la Orden del 27 de junio de 1997 y Real Decreto 39/1997 de 17 de enero.
- El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el artículo 42 de dicha Ley.
- El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el Artículo 23 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- El empresario deberá consultar a los trabajadores la adopción de las decisiones relacionadas en el Artículo 33 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- La obligación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos está regulada en el Artículo 29 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Los trabajadores estarán representados por los Delegados de Prevención ateniéndose a los Artículos 35 y 36 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Se deberá constituir un Comité de Seguridad y Salud según se dispone en los Artículos 38 y 39 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

1.2. Características de la obra

1.2.1. Descripción de la obra

La Planta Solar Fotovoltaica Las Prietas se localiza en el término municipal de Colmenar Viejo (Madrid), ubicada al este del núcleo urbano de Colmenar Viejo. El fin de la instalación es la generación de energía eléctrica e inyección a la red en el nudo de distribución CR ARROYO ESPINO-COL(T) 20 KV.

Las coordenadas de referencia de la ubicación de la Planta son las siguientes:

Coordenadas UTM Huso 30	
X	435.986
Y	4.502.037

Tabla 1. Coordenadas del emplazamiento

Las parcelas catastrales en las que se ubicará la instalación fotovoltaica son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie (m ²)
Colmenar Viejo	57	17	28045A057000170000LB	147.252

Tabla 2. Datos catastrales

La superficie total de la parcela es 14,72 Ha, cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica mediante su cerramiento perimetral es de 9,98 Ha con una longitud de vallado de 1.148,59 m.

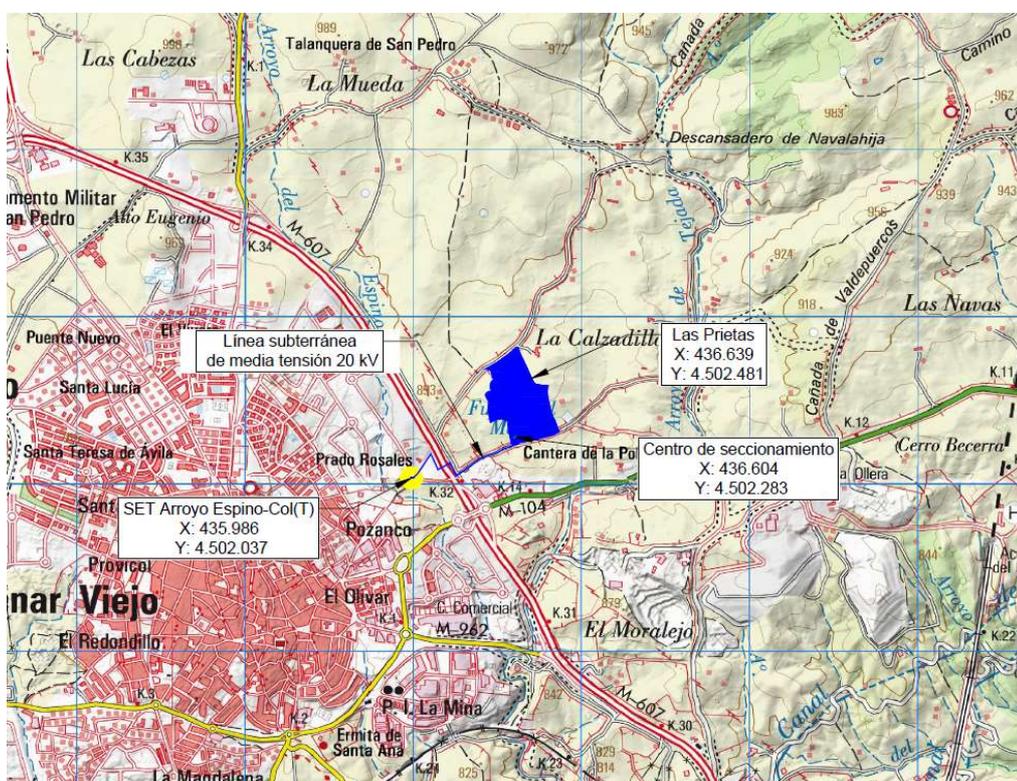


Ilustración 1. Situación

1.2.2. Centros asistenciales más próximos

El mapa sanitario de la comunidad de Madrid está compuesto por las siguientes zonas:

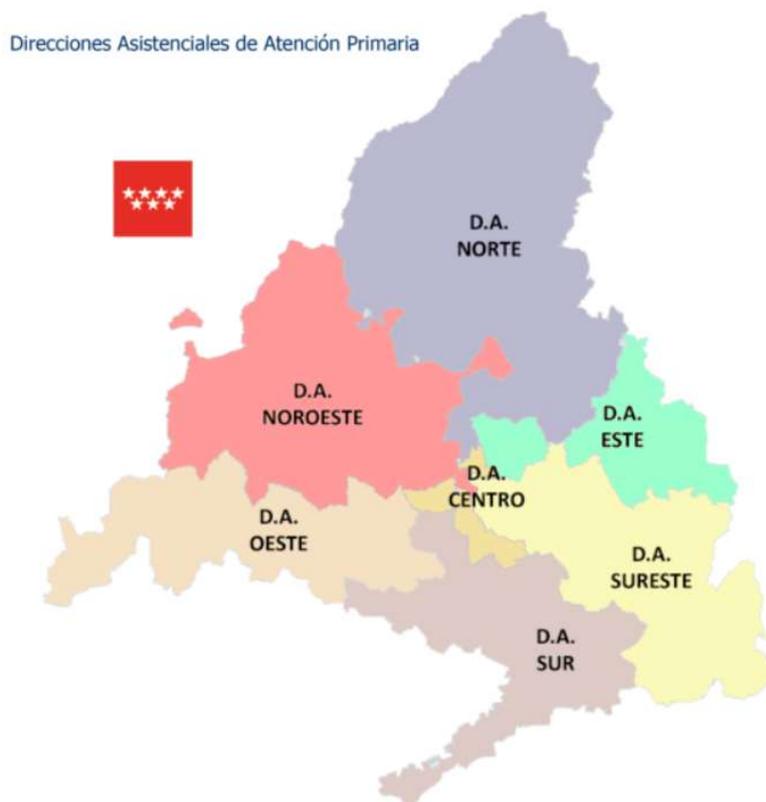


Ilustración 2. Mapa sanitario Madrid

El término municipal de Colmenar Viejo pertenece a la zona D.A. Norte

En la tabla de abajo se detallan las principales características de los centros de salud de la zona de actuación:

Zona	Nombre	Dirección	Teléfono/Fax
D.A. Norte	Centro de Salud Colmenar Viejo Norte	Plaza De los Ríos, 1, 28770	918 46 23 02
D.A. Norte	Centro de salud	Calle del Dr. de la Morena, 1, 28770	918 45 12 12

Tabla 3. Centros de salud

Adicionalmente, en la tabla de abajo se muestran los contactos de interés (Ayuntamiento y Policía Local) del municipio:

Servicio	Municipio	Dirección	Teléfono
Ayuntamiento	Colmenar Viejo	Pl. del Pueblo, 1, 28770	918 45 00 53
Policía local	Colmenar Viejo	C. de Buenos Aires, 1, 28770	918 45 33 61

Tabla 4. Servicios de interés

1.2.3. Acceso a la obra y vallado

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.

El acceso a la obra se realizará por las zonas de paso establecidas. Se considerarán las siguientes medidas de protección para minimizar el riesgo a las personas que transiten en las inmediaciones de la obra:

- Montaje de vallas metálicas separando la zona de obra de la zona de tránsito.
- Colocación de barreras, barandillas o medios alternativos para guiar a los trabajadores cuando deban atravesar lugares peligrosos (riesgo de caída, presencia de energía eléctrica, etc.).
- Disposición de vías de evacuación efectivas que permitan a los trabajadores salir de la obra rápidamente y de forma segura de ser necesario.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados. En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra. Esta acción de colocación de señales se debe realizar previa al inicio de los trabajos en la obra acondicionando los accesos con señalizaciones del tipo:

- Prohibido el paso de toda persona ajena a la obra.
- Prohibido fumar y encender fuego.
- Protección obligatoria de la cabeza.

1.2.4. Personal en obra y duración de la obra

La duración estimada de la obra es de 8 meses, con una presencia permanente de 25 trabajadores.

1.3. Alcance

El presente Estudio de Seguridad y Salud será de aplicación a todas las obras necesarias para la construcción del Parque Solar Fotovoltaico objeto del Proyecto. Entre otras, estas incluyen la obra civil, el montaje de los módulos fotovoltaicos, inversores, centros de transformación, y líneas de eléctricas, de control y de comunicaciones, y en general, todas las demás tareas necesarias para su puesta en funcionamiento.

Lo estipulado en este Estudio de Seguridad y Salud alcanza a todos los trabajos a realizar tanto por el Contratista principal, como por los subcontratistas, es de obligado cumplimiento para todas las personas de las diferentes organizaciones que intervengan durante la ejecución del Proyecto.

En concreto, trata lo siguiente sobre la Seguridad y Salud durante la ejecución del Proyecto:

- Exponer las obligaciones en materia de Seguridad y Salud en el trabajo del Contratista adjudicatario del Proyecto.
- Concretar la calidad de la prevención decidida.
- Exponer las normas preventivas de obligado cumplimiento en los casos determinados por el Proyecto de Ejecución.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la prevención que se prevé utilizar con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la prevención durante la ejecución del Proyecto.
- Establecer un determinado programa formativo en materia de Seguridad y Salud que sirva para implantar con éxito la prevención diseñada.

Todo lo anterior se establece con el objetivo final de conseguir que la ejecución del Proyecto resulte sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de Seguridad y Salud.

1.4. Coordinador de seguridad y salud

Esta figura de la seguridad y salud fue creada mediante los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 C.E.E. -Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles-. El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

En el Artículo 3 del Real Decreto 1627/1997 se regula la figura de los Coordinadores en materia de seguridad y salud.

En el Artículo 8 del Real Decreto 1627/1997 refleja los principios generales aplicables al proyecto de obra.

De acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución del Proyecto.

Aquellos contratistas que intervengan en la ejecución de la obra, cuyos trabajos o suministros entren en los supuestos contemplados en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, quedarán obligados a la redacción de un Plan de Seguridad en consonancia con el presente Estudio de Seguridad y Salud y con lo previsto en dicho Real Decreto, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio y en función de su propio sistema de ejecución de obra.

Los Planes de Seguridad y Salud, que estarán sujetos a su aprobación por el Coordinador de Seguridad de la Obra, serán los documentos de referencia en cuanto a la aplicación específica de las medidas de prevención, seguridad y salud en cada uno de los trabajos contemplados en el Proyecto de Ejecución. Durante la ejecución del Proyecto se deberán aplicar, en todo momento, los principios de la acción preventiva.

1.5. Seguros

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional. De igual modo, el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista viene obligado a la contratación de su cargo en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación de un período de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

2. Prevención de riesgos laborales

2.1. Formación en materia de prevención de riesgos laborales

Antes de comenzar la ejecución del Proyecto, los trabajadores deberán estar informados de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, de las técnicas preventivas, y se deberá promover la cultura de seguridad laboral.

Para la divulgación de la formación en materia de prevención de riesgos laborales, además de los sistemas de divulgación escrita, tales como folletos o carteles, ocuparán un lugar primordial las charlas.

2.1.1. Charla de seguridad y primeros auxilios para el personal de ingreso en obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, deberá asistir a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas de prevención, de las normas de seguridad de obligado cumplimiento y de nociones básicas de primeros auxilios.

Se prevé que al comienzo de los trabajos el Jefe de Obra o el responsable de seguridad, imparta una charla de prevención a la que deberán asistir todos los trabajadores, a fin de tratar los temas siguientes:

- Características de la obra.
- Métodos y procedimientos previstos.
- Protecciones colectivas y EPIs.

- Resumen del Plan de Seguridad y Salud.
- Actuaciones en caso de incidente o accidente.

2.1.2. Charla sobre riesgos específicos

Las charlas sobre riesgos específicos estarán dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos, en función de las actividades que desarrollen. Estas charlas serán impartidas por los responsables directos de los trabajos o por los responsables de seguridad de la obra.

Si sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas tareas o fases de trabajo no contempladas previamente, se deberá programar las charlas específicas, impartidas por el responsable de seguridad, encaminadas a dar la formación necesaria.

2.2. Documentación a disposición del coordinador de seguridad y salud

La siguiente documentación deberá estar en todo momento disponible en obra y a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud:

- Plan de Seguridad y Salud aprobado.
- Modelos TC1 y TC2 de la Seguridad Social.
- Comunicación apertura del centro de trabajo.
- Seguro de Responsabilidad Civil.
- Reconocimientos médicos.
- Certificados de maquinaria.
- Acreditación de formación e información en materia de prevención de riesgos laborales.
- Registro de entrega de Equipos de Protección Individual (EPIs).
- Libro de Incidencias, que constará de hojas por duplicado, para el control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud por parte de la Inspección de Seguridad y Salud en el trabajo, según lo dispuesto en el artículo 13 del Real Decreto 1627/1997.

2.3. Reconocimiento médico de los trabajadores

Tal como se establece en la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Proyecto pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

2.4. Accidentes In Itinere

Se deberá concienciar a todos los operarios que participen en la ejecución de este Proyecto, de la necesidad de cumplir la legislación vigente en materia vial, así como de circular a una velocidad moderada y ajustada a las condiciones meteorológicas y al estado de la carretera.

Todos los vehículos utilizados deberán haber pasado las correspondientes revisiones indicadas por el fabricante, presentando un buen estado de conservación.

2.5. Primeros auxilios

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada en obra por personal capacitado haciendo uso de un botiquín de primeros auxilios, y en segunda instancia por los servicios médicos de la mutua laboral concertada por el Contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera, por los servicios de urgencia de los hospitales públicos o privados más próximos.

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente lo consumido. El contenido mínimo será el exigido por la ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación y de un botiquín. Además, todo el personal deberá tener unos conocimientos básicos de primeros auxilios.

Se dispondrá en obra de una nota escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, con una relación de las direcciones y teléfonos de los hospitales más cercanos, tal como indica el apartado A3 del Anexo VI del Real Decreto 486/1997.

2.6. Protección de la maternidad

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

2.7. Protección de los menores

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

2.8. Seguro de riesgos laborales

El Contratista acreditará que tiene contratada y en vigencia una póliza de seguro de riesgos laborales que cubra los accidentes laborales y las enfermedades profesionales que puedan ocurrir durante la ejecución del Proyecto.

3. Disposiciones facultativas

3.1. Obligaciones del contratista

El Contratista, con la ayuda de colaboradores, deberá cumplir y hacer cumplir las siguientes obligaciones en materia de Seguridad y Salud:

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente.
- Transmitir las consideraciones en materia de seguridad y prevención a todos los trabajadores propios, a las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos de la obra, y hacerla cumplir con las condiciones expresadas en los documentos de la Memoria y Pliego.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual especificados en la Memoria, para que puedan utilizarse de forma inmediata y eficaz.
- Montar a su debido tiempo todas las protecciones colectivas establecidas, mantenerlas en buen estado, cambiarlas de posición y retirarlas solo cuando no sea necesaria.
- Montar a tiempo las instalaciones provisionales para los trabajadores, mantenerles en buen estado de confort y limpieza, hacer las reposiciones de material fungible y la retirada definitiva. Estas instalaciones podrán ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de si son trabajadores propios, subcontratistas o autónomos.
- Establecer un riguroso control y seguimiento en obra de aquellos trabajadores menores de 18 años.
- Observar una vigilancia especial con aquellas mujeres embarazadas que trabajen en obra.
- Cumplir lo expresado en el apartado actuaciones en caso de accidente laboral.
- Informar inmediatamente a la Dirección de Obra de los accidentes, tal como se indica en el apartado comunicaciones en caso de accidente laboral.
- Disponer en la obra de un acopio suficiente de todos los artículos de prevención nombrados en la Memoria y en las condiciones expresadas en la misma.

- Establecer los itinerarios de tránsito de mercancías y señalizarlos debidamente.
- Colaborar con la Dirección de Obra para encontrar la solución técnico-preventiva de los posibles imprevistos del Proyecto o bien sea motivados por los cambios de ejecución o bien debidos a causas climatológicas adversas, y decididos sobre la marcha durante las obras.
- El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad e Higiene adaptando el presente estudio a sus medios y métodos de ejecución. Los cambios introducidos en el mismo en los medios y equipos de protección, aprobados por la Dirección Facultativa de Seguridad e Higiene se presupuestarán previa la aceptación de los precios correspondientes y sobre las mediciones reales en obra, siempre que no implique variación del importe total de Presupuesto previsto en este Estudio de Seguridad.

3.2. Información y formación

El Contratista queda obligado a transmitir las informaciones necesarias a todo el personal que intervenga en la obra, con el objetivo de que todos los trabajadores de la misma tengan un conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a adoptar en determinadas maniobras, y del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Independientemente de la información de tipo convencional que reciban los trabajadores, la Empresa les transmitirá la información específica necesaria, mediante cursos de formación que tendrán los siguientes objetivos:

- Conocer los contenidos preventivos del Plan de Seguridad y Salud.
- Comprender y aceptar su aplicación.
- Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

3.3. Accidente laboral

3.3.1. Actuaciones

Actuaciones a seguir en caso de accidente laboral:

- El accidente laboral debe ser identificado como un fracaso de la prevención de riesgos. Estos fracasos pueden ser debidos a multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control, por estar influidas de manera importante por el factor humano.
- En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:
 - El accidentado es lo más importante y por tanto se le atenderá inmediatamente para evitar la progresión o empeoramiento de las lesiones.
 - En las caídas a diferente nivel se inmovilizará al accidentado.

- En los accidentes eléctricos, se extremará la atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales de reanimación hasta la llegada de la ambulancia.
- Se evitará, siempre que la gravedad del accidentado lo permita según el buen criterio de las personas que le atienden, el traslado con transportes particulares por la incomodidad y riesgo que implica.

3.3.2. Comunicaciones

Comunicaciones en caso de accidente laboral:

- Accidente leve.
 - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
 - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
 - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.
- Accidente grave.
 - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
 - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
 - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.
- Accidente mortal.
 - Al Juzgado de Guardia.
 - Al Coordinador de Seguridad y Salud.
 - A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
 - A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

3.3.3. Actuaciones administrativas

El Jefe de Obra, en caso de accidente laboral, realizará las siguientes actuaciones administrativas:

- Accidente sin baja laboral.
- Se redactará la hoja oficial de accidentes de trabajo sin baja médica, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de los 5 primeros días del mes siguiente.
- Accidente con baja laboral.

- Se redactará un parte oficial de accidente de trabajo, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de 5 días hábiles, contados a partir de la fecha del accidente.
- Accidente grave, muy grave o mortal.
- Se comunicará a la Autoridad Laboral, por teléfono o fax, dentro del Plazo de 24 horas contadas a partir de la fecha del accidente.

3.4. Aprobación de certificaciones

- El Coordinador en materia de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa en su caso, serán los encargados de revisar y aprobar las certificaciones correspondientes al Plan de Seguridad y Salud y serán presentadas a la Propiedad para su abono.
- Una vez al mes el Contratista extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad y Salud se hubiesen realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad. Esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la propiedad.
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del apartado de seguridad, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.
- En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

3.5. Precios contradictorios

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Estudio o Plan de Seguridad y Salud que precisarán medidas de prevención con precios contradictorios, para su puesta en la obra, deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o por la Dirección Facultativa en su caso.

3.6. Libro de incidencias

El Artículo 13 del Real Decreto 1627/97 regula las funciones de este documento.

Dicho libro será habilitado y facilitado al efecto por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud o en su caso del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Las hojas deberán ser presentadas en la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, por la Dirección Facultativa en el plazo de veinticuatro horas desde la fecha de la anotación. Las anotaciones podrán ser efectuadas por la Dirección Facultativa de la obra, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes.

Las anotaciones estarán, únicamente relacionadas con el control y seguimiento y especialmente con la inobservancia de las medidas, instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en los Planes de Seguridad y Salud respectivos.

3.7. Libro de ordenes

Las órdenes de Seguridad y Salud se recibirán de la Dirección de Obra, a través de la utilización del Libro de Órdenes y Asistencias de la obra. Las anotaciones aquí expuestas, tienen categoría de órdenes o comentarios necesarios para la ejecución de la obra.

3.8. 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 seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

3.9. Paralización de los trabajos

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la ley de prevención de riesgos laborales, cuando el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando éste exista de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13, apartado 1º del real decreto 1627/1997, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto previsto anteriormente, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

3.10. Documentación

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

4. Disposiciones técnicas

4.1. Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en su Anexo IV regula las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras, dentro de tres apartados.

- Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.
- Disposiciones mínimas específicas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.
- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

4.2. Equipos de protección

4.2.1. Equipos de protección individual (EPIs)

Todo equipo de protección individual que se emplee durante la ejecución del Proyecto se ajustará a lo siguiente:

- El Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, establece en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales, en sus Artículos 5, 6 y 7, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual (EPIs).
- Los EPIs deberán utilizarse cuando existen riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios

técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

- El Anexo III del Real Decreto 773/1997 relaciona una -Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual-.
- El Anexo I del Real Decreto 773/1997 detalla una Lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual-.
- En el Anexo IV del Real Decreto 773/1997 se relaciona las -Indicaciones no exhaustivas para la evaluación de equipos de protección individual-.
- El Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, establece las condiciones mínimas que deben cumplir los equipos de protección individual (EPIs), el procedimiento mediante el cual el Organismo de Control comprueba y certifica que el modelo tipo de EPI cumple las exigencias esenciales de seguridad requeridas en este Real Decreto, y el control por el fabricante de los EPIs fabricados, todo ello en los Capítulos II, V y VI de este Real Decreto.
- El Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, del Ministerio de Presidencia. Seguridad e Higiene en el Trabajo - Comunidad Europea, modifica algunos artículos del Real Decreto 1407/1992.

Además, para la elección de los equipos de protección individual que se utilizarán para la prevención de los riesgos detectados durante la ejecución del Proyecto también se considerará lo siguiente:

- Las protecciones individuales deberán estar homologadas.
- Tendrán la marca CE.
- Si no existe en el mercado un determinado equipo de protección individual que tenga la marca CE, se admitirán los siguientes supuestos:
- Que tenga la homologación MT.
- Que tenga una homologación equivalente, de cualquiera de los Estados Miembros de la Unión Europea.
- Si no existe la homologación descrita en el punto anterior, será admitida una homologación equivalente existente en los Estados Unidos de Norte América.
- De no cumplirse en cadena, ninguno de los tres supuestos anteriores, se entenderá que el equipo de protección individual está expresamente prohibido para su uso en esta obra.
- Los equipos de protección individual que cumplan las indicaciones del apartado anterior tienen autorizado su uso durante el periodo de vigencia.

- De entre los equipos autorizados, se utilizarán los más cómodos y operativos, con la finalidad de evitar las negativas a su uso por parte de los trabajadores.
- Se investigarán los abandonos de los equipos de protección, con la finalidad de razonar con el usuario y hacer que se den cuenta de la importancia que realmente tienen para ellos.
- Cualquier equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será sustituido inmediatamente, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio, así como el Nombre de la Empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Una vez los equipos hayan llegado a su fecha de caducidad se dejarán en un acopio ordenado, que será revisado por la Dirección de obra para que autorice su eliminación de la obra.

4.2.2. Equipos de protección colectiva

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

- Señales: Estarán de acuerdo con la normativa vigente.
- Vallas autónomas de limitación y protección: Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad. Las patas serán tales que, en caso de caída de la valla, no supongan un peligro en sí mismas al colocarse en posición aproximadamente vertical.
- Pasarelas: Las pasarelas para el paso peatonal serán de madera y estarán formadas por tablones (60 cm) trabados entre sí y bordeados por barandillas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Su tablero no presentará huecos y será capaz de resistir los impactos producidos por la caída de materiales.
- Escaleras de mano: Cumplirán con lo establecido en el artículo 19 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Topes de desplazamiento de vehículos: Se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.
- Redes: Serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplen, con garantía, la función protectora para la que están previstas.
- Plataformas de trabajo: Tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 m del suelo, estarán dotadas de barandilla de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.

- Cables de sujeción del cinturón de seguridad, sus anclajes, soportes y anclajes de redes: Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra: La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA.
- La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.
- Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.
- Extintores: Serán adecuadas en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.
- Pórticos limitadores de galibo: Dispondrán de dintel debidamente señalizado.
- Se situarán carteles a ambos lados del pórtico anunciando dicha limitación de altura.
- Medios auxiliares de topografía: Estos medios tales como cintas, jalones, miras, etc. serán dieléctricos, dado el riesgo de electrocución por las líneas eléctricas.
- Riegos: Las pistas para tráfico de obra, se regarán convenientemente para evitar levantamiento de polvo.
- Rampas de acceso: Las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y el 8% en las curvas.

4.3. Señalización

4.3.1. Señalización de riesgos en el trabajo

Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1997 que desarrolle los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales.

4.3.2. Señalización vial

Esta señalización cumplirá con el nuevo -Código de Circulación- y la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

4.3.3. Características técnicas

Se utilizarán señales nuevas y normalizadas según la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

4.3.4. Montaje de las señales

- Se ha de tener en cuenta tanto el riesgo de ser atropellado por los vehículos que circulen por la zona de las obras como el riesgo de caer desde una determinada altura mientras se instala una señal.

- Se tendrá siempre presente, que normalmente la señalización vial se monta y desmonta con la zona de las obras abierta al tráfico rodado, y que los conductores que no saben que se encontraran con esta actividad circulen confiadamente, por tanto, es una operación crítica con un alto riesgo tanto para a los operarios que trabajen como para a los usuarios de la vía que se pueden ver sorprendidos inesperadamente.

4.3.5. Protecciones durante la colocación de la señalización

Los operarios que realicen este trabajo tendrán que ir equipados con el siguiente material:

- Ropa de trabajo con franjas reflectantes.
- Guantes.
- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad.

4.4. Útiles y herramientas portátiles

Se considerará la siguiente normativa al respecto:

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971 regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 94 a 99.
- El Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Los Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.

4.5. Maquinaria

Se considerará la siguiente normativa al respecto:

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 9 de marzo de 1971, regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 100 a 124.
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenición de los mismos, Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre (Grúas torre).
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenición referente a carretillas automotoras aprobada por Orden de 26 de mayo de 1989.
- Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas, Real Decreto 1595/1986, de 26 de mayo, modificado por el Real Decreto 830/1991 de 24 de mayo.

- Aplicación de la Directiva del Consejo 89-392-CEE, Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.

4.6. Instalaciones provisionales

Se tendrá en cuenta la siguiente normativa para las instalaciones provisionales durante la ejecución del Proyecto:

- Se atenderá a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en su Anexo IV.
- El Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Orden de 9 de marzo de 1971, regula sus características y condiciones.

4.6.1. Instalación eléctrica

- La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión -Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto- y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.
- El calibre o sección del cableado serán acordes a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar, según UNE 21.027 o UNE 21.150 y aptos para servicios móviles.
- Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500 V, según UNE 21.027 o UNE 21.031, y aptos para servicios móviles.
- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra se efectuará enterrado. Su instalación será conforme a lo indicado en ITC-BT-20 e ITC-BT-21. Se señalará el -paso del cable- mediante una cubrición permanente de tabloncillos que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del -paso eléctrico- a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima será entre 40 y 50 cm; el cable irá además protegido

en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.

- Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.
- Los conductores de la instalación se identifican por los colores de su aislamiento, a saber:
 - Azul claro: Para el conductor neutro.
 - Amarillo/verde: Para el conductor de tierra y protección.
 - Marrón/negro/gris: Para los conductores activos o de fase.
- En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobre intensidades (sobrecarga y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.
- Dichos dispositivos se instalaron en los orígenes de los circuitos, así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.
- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- Las medidas generales para la protección contra los choques eléctricos serán las indicadas en la ITC-BT-24, teniendo en cuenta:
 - Medidas de protección contra contactos directos:
 - Se realizarán mediante protección por aislamiento de las partes activas o por medio de barreras o envolventes.
 - Medidas de protección contra contactos indirectos:
 - Cuando la protección de las personas contra los contactos indirectos está asegurada por corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión límite convencional no debe ser superior a 24 V de valor eficaz en corriente alterna o 60 V en corriente continua.
 - Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidas por dispositivos diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual como máximo a 30 mA; o bien alimentadas a muy baja tensión de seguridad MBTS; o bien protegidas por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual.
- Artículos 71 a 82: Prevención y Extinción de incendios.

- Artículo 43: Instalaciones Sanitarias de Urgencia.

4.6.2. Servicios de higiene y bienestar en obra

El Contratista instalará, conforme se especifica en la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud, una caseta a pie de obra considerando lo siguiente:

- Dispondrá de vestuario con percheros, sillas y calefacción.
- Dispondrá de servicios higiénicos con lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción.
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador para las comidas y recipientes para el reciclaje de los residuos.
- Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, y antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.

5. Disposiciones económico-administrativas

- Una vez al mes, el Contratista extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme al Estudio o Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad.
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra.
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Estudio o Plan, solo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar.
- En caso de ejecutar en la obra unidades no previstas en el presupuesto del Plan, se definirán total y correctamente las mismas, y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono tal como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, procediéndose seguidamente a lo estipulado en el apartado 3 (Disposiciones Facultativas).

6. Proceso análisis de riesgos

Se evaluarán las fases del proceso de construcción de la obra, así como las labores y condiciones laborales resultantes de estas, para determinar potenciales riesgos que podrían presentarse en cada una y proponer medidas preventivas generales.

Se distinguirán los siguientes apartados para cada fase de la obra:

- Descripción de los trabajos.
- Riesgos más frecuentes.
- Normas preventivas de seguridad.
- Protección personal.
- Protección colectiva.

La prevención durante el uso de máquinas y herramientas será acorde a lo establecido en:

- RD 1644/08.
- I.T.C. correspondientes.
- Especificaciones del fabricante.

El uso de maquinaria estará limitado al personal preparado y autorizado para su manejo.

Se recomendará o requerirá, en función de las circunstancias, el uso de equipos de protección personal adecuados a los riesgos correspondientes a cada labor.

Estos equipos deberán estar homologados y con inspecciones de seguridad vigentes en todo momento mientras se estén utilizando en la obra.

Los equipos de protección personal a utilizar en la obra son:

- Cascos
- Protección ocular
- Calzado de seguridad
- Monos de trabajo

Según requerido en función de la labor:

- Guantes
- Protección auditiva
- Cinturones de seguridad al operar maquinaria o vehículos
- Otros equipos no considerados que puedan resultar pertinentes para la segura ejecución de los trabajos

La maquinaria y equipos de trabajo necesarios para la obra serán (aunque no limitados a):

- Grúa autopropulsada
- Retroexcavadora
- Máquina de hincado de tornillo fundamento de la estructura autopropulsada
- Andamios
- Escaleras de tijera
- Sierra circular de corte
- Amoladoras o radiales
- Taladros y atornilladores
- Otra maquinaria y equipos no considerados que puedan resultar pertinentes para la realización de los trabajos.

7. Actividades Durante la Ejecución del Proyecto

7.1. Actividades principales

Las principales actividades que tendrán lugar durante la ejecución del Proyecto son:

Actividades principales durante la ejecución del Proyecto	
Movimiento de tierras	Desbroce Explanación y acondicionamiento de viales Vaciados para colocación de zapatas y cimentaciones Excavación y relleno de zanjas
Cimentaciones	Estructuras de los seguidores Inversores / Centros de Transformación Edificio de control / almacén
Montaje de equipos y estructuras	Colocación y montaje de los seguidores Fijación de módulos Montaje de los inversores y equipos de los centros de transformación
Instalación eléctrica	Instalación del cableado de strings, corriente continua, baja y media tensión, control y comunicaciones seccionamiento y aparamenta de protección Tendido del cableado en las zanjas Instalación de SSAA Instalación de inversores, transformadores y celdas de protección
Puesta en marcha de la instalación	Pruebas de comisionado

Tabla 5. Principales actividades durante la realización de la obra

7.2. Identificación del riesgo

La siguiente tabla indica una relación de los riesgos generales que pueden darse durante la ejecución del Proyecto.

Identificación de los principales riesgos del Proyecto
Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
Caídas de material desde las máquinas y vehículos.
Proyección de partículas.
Explosiones e incendios.
Ruido puntual y ambiental.
Aplastamientos y atrapamientos.
Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas.
Cortes y amputaciones.
Pinchazos.
Sobreesfuerzos.
Golpes.

Tabla 6. Principales riesgos del proyecto

7.3. Normas básicas de seguridad

Antes de hacer un análisis individualizado de cada una de las actividades principales previstas durante la ejecución del Proyecto, se indica una relación de normas básicas generales de seguridad que deben considerarse:

- Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carné necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.
- Toda maquinaria a emplear deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al RD 1215/1997, modificado por el RD 2711/2004, de 12 de noviembre, manual de usuario y libro de mantenimiento actualizado.
- Las máquinas para las que así lo exija la legislación vigente, tendrán su correspondiente póliza de responsabilidad civil en vigor.
- Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas ni en un número superior a las plazas permitidas.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que estén previstas las máquinas.
- Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados.
- En caso de falta de visibilidad, las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor.

- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- La distancia mínima entre los trabajadores, cuando estén trabajando, será de 1 m.
- Se evitará la superposición de los tajos.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
- No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas.
- Se debe evitar, como norma general, que las ruedas de los camiones queden a menos de 2 m de las zanjas.
- Se prohíbe el manejo manual de pesos superiores a 25 kg, excepto para trabajadores entrenados, cuyo límite máximo será de 40 kg.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad a los elementos en tensión.

7.4. Movimientos de tierras

En el Proyecto se prevé la ejecución de una serie de vaciados para la ejecución de las cimentaciones, las zanjas para el tendido eléctrico interior, así como excavaciones y desmontes para la adaptación del terreno a las pendientes máximas requeridas por los seguidores.

Los terrenos sobre los que se va a construir la Planta Fotovoltaica se consideran de una excavabilidad fácil, pudiendo efectuarse por medios ordinarios (retroexcavadora).

Los materiales procedentes de la excavación (de los terrenos clasificados como fáciles) serán aptos para el posterior relleno de las zanjas, bien de manera directa o tras un sencillo proceso de selección. Estos materiales se podrían utilizar para cubrir unos 10 cm por encima de la cinta de señalización. Para las zonas de mayor dificultad habrá que recurrir a préstamos o a materiales externos a la obra. La parte superior de las zanjas se rellenará con el material restante sin seleccionar.

7.4.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Se deberá prestar especial atención a los taludes que deben tener las excavaciones para garantizar su estabilidad durante el tiempo que deban de permanecer abiertas.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de teléfono, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier punto del terreno que haya que salvaguardar de la excavación (conducciones enterradas, túneles de trasvase, etc.).

- Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por el encargado o personal autorizado por el Jefe de Obra.
- Se conservarán los caminos de circulación interna, cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias, zahorras, etc.
- Se prohíbe permanecer o trabajar en el entorno del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- Durante la excavación, antes de proseguir el frente de avance se eliminarán los bolos y viseras inestables.
- Se señalizará la distancia de seguridad mínima de aproximación 2 m, al borde del vaciado.
- En época de lluvias y si la plataforma anexa al talud tuviera pendiente hacia el mismo, se ejecutará a una distancia de aproximadamente 1 m una canaleta de evacuación de agua paralela al borde del corte y con caída suficiente para garantizar su perfecto funcionamiento.
- Las coronaciones de taludes permanentes, a las que deban acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla resistente situada como mínimo a 2 metros del borde. (Como norma general se colocará barandilla siempre en excavaciones cuya profundidad sea igual o superior a 2 metros).
- Los pozos y zanjas estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal a su interior.
- En los trabajos en zanja, la distancia mínima entre trabajadores será de 1 m.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a los 2 m, (como norma general) del borde de una excavación.
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a 1,5 m, se entibará. (Se puede disminuir la entibación, desmochando en bisel a 45° los bordes superiores de la zanja).
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a los 2 m se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria (pasamanos, listón intermedio y rodapié) situada a una distancia mínima de 2 m del borde.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
 - Línea en yeso o cal situada a 2 m del borde de la zanja paralela a la misma (su visión es posible con escasa iluminación).

- Línea señalización paralela a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
- Cuando sea necesario acceder o aproximarse a menos de 2 m. del borde del vaciado donde no existe protección se efectuará sujeto con un cinturón de seguridad sujeto a un punto fijo, bien construido exprofeso, o bien del medio natural (por ejemplo, un árbol).
- Conducciones enterradas: es preciso, antes de proceder a la excavación conocer la situación exacta de los servicios públicos que atraviesan el solar, con los datos aportados por los diferentes organismos. Una vez obtenidos éstos, se marcará en el terreno, el lugar donde está ubicadas, eligiendo un sistema que perdure hasta la realización de la excavación en esa zona anotando la profundidad exacta a la que se encuentran éstas, protegiéndolas ante eventuales sobrecargas producidas, por la circulación de vehículos pesados.
- La excavación mecánica, se realizará hasta 1 metro antes de llegar a la conducción y a partir de entonces, la excavación será manual con perforadores neumáticos, picos, etc., hasta 0,50 m, utilizando la pala manual a partir de esta distancia.
- Una vez localizada la canalización, se arriostará convenientemente, para evitar que parta por su propio peso.
- El acceso para personal será independiente del acceso para vehículos.
- Las rampas para el acceso de vehículos al fondo del vaciado tendrán una pendiente máxima del 12% en rectas y del 8% en curvas.
- Se crearán fuertes topes de final de recorrido para la aproximación de vehículos al borde del vaciado a una distancia mínima de 2 m.
- Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas, conservarán el talud lateral que exija el terreno, y el ancho mínimo de rampa será de 4,5 m.
- Todo el personal que maneje los camiones, dumper, (apisonadores o compactadores), será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejados las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en su interior.
- Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.

- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. (Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras).
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el Encargado.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m (como norma general) en torno a las compactadores y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos (peligro: vuelco, atropello, colisión, etc).
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

7.4.2. Identificación de riesgos

Riesgos más frecuentes en desmontes, vaciados y apertura de zanjas:

- Deslizamiento o desplome de tierras y/o rocas.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas, por el manejo de la maquinaria.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas de personal, vehículo, maquinaria u objetos a distinto nivel (desde el borde de excavaciones).
- Caídas de personas al interior de una zanja.
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).
- Problemas de circulación interna (embarramiento) debidos al mal estado de las pistas de acceso o circulación.

- Interferencias con conducciones enterradas.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido ambiental.

En procedimientos mecánicos:

- Lesiones internas por trabajos continuados expuestos a vibraciones (taladradoras).
- Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro.
- Ruidos de gran intensidad.
- Proyecciones de tierras y/o rocas.
- Los propios de ambientes en los que se genera polvo.

7.4.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Movimiento de Tierras	
Protección Colectiva	<p>Valla perimetral para cerramiento de la obra con accesos controlados y señalizados.</p> <p>Valla sectorial interna de obra para aislamiento de zonas peligrosas.</p> <p>Barandilla de protección en el perímetro del vaciado.</p> <p>Cinta normalizada de banderolas para señalización de riesgos, incluso p.p. de pies derechos de sustentación.</p> <p>Sirena acústica de accionamiento manual.</p> <p>Cartel avisador de riesgos con leyenda, incluso pie derecho de sustentación.</p> <p>Rótulo orientativo de lugares con acopios peligrosos.</p> <p>Formación y conservación de retallo para tope final de aproximación máxima al borde de excavaciones para los vehículos.</p> <p>Pasarelas en zanjas.</p> <p>Señales indicativas de riesgo.</p> <p>Las zanjas y huecos se entibarán de forma adecuada si así lo requiere la profundidad de las mismas y el estado del terreno circundante.</p> <p>Apuntalamientos, apeos.</p> <p>Se colocarán topes de seguridad para los camiones en las proximidades de las zanjas.</p> <p>Distancia de seguridad a líneas eléctricas.</p> <p>Se instalarán vallas perimetrales con la resistencia adecuada que eviten el acceso a elementos en tensión.</p> <p>Protección de huecos horizontales.</p> <p>Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m profundidad).</p>
EPIs	Ropa de trabajo.

Movimiento de Tierras	
	<p>Casco de seguridad (lo utilizarán, aparte de personal a pie, los maquinistas y camioneros, que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción).</p> <p>Botas o calzado de seguridad.</p> <p>Botas de seguridad impermeables.</p> <p>Trajes impermeables para ambientes lluviosos.</p> <p>Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones.</p> <p>Guantes de cuero.</p> <p>Guantes de goma o P.V.C.</p> <p>Gafas antipolvo.</p> <p>Gafas de seguridad.</p> <p>Botas y guantes aislantes de la electricidad para trabajos con sospecha de encontrar cables eléctricos enterrados.</p> <p>Protectores auditivos.</p> <p>Uso de cinturones de seguridad en maquinaria.</p> <p>Mascarilla antipolvo cuando sea requerida.</p>
Señalización	<p>En paralelismos y cruces con carreteras y caminos vecinales se colocarán señalizaciones que especifiquen claramente las limitaciones de velocidad, estrechamientos, sentido de la circulación, etc.</p> <p>Señales de STOP y peligro indefinido en los accesos a la obra.</p> <p>Prohibiciones de circulación o dirección única en su caso.</p> <p>Señalización de estrechamiento en calzada y de límites de velocidad y estacionamiento.</p> <p>Advertencia de zona de obras señalizada.</p> <p>Fin de limitaciones de velocidad, restricciones de cualquier tipo y fin de obra, en su caso.</p> <p>Señalización nocturna de las obras.</p> <p>Señales de STOP en los accesos de vehículos de obra y señales de entrada y salida de vehículos donde proceda.</p> <p>Equipo móvil de señales STOP y Dirección Única para señalización de restricciones momentáneas.</p> <p>Cerramiento exterior o vallado, con señalización nocturna.</p> <p>Balizamiento luminoso para situaciones con falta de visibilidad.</p> <p>Señalización de elementos en tensión.</p>

Tabla 7. Medios de protección durante la actividad

7.5. Cimentaciones

En el presente Proyecto se prevé la realización de cimentaciones de los centros de transformación y el edificio de control.

7.5.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.
- El personal que debe trabajar en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que está sometido.
- Se elegirá el personal idóneo para el manejo de maquinaria.
- En régimen de lluvias y encaramientos de las zanjas (o trincheras) es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Ser revisarán las entibaciones tras la interrupción de los trabajos antes de reanudarse de nuevo.
- Para realizar la excavación se mantendrá la distancia de seguridad adecuada entre la maquinaria de movimiento de tierras y el borde del talud, teniendo en cuenta la consistencia del terreno. Igualmente se procederá para el acopio de tierras al borde de la excavación.
- Para todas las operaciones se utilizarán maquinaria específica de obra. Ver especificaciones para cada tipo de maquinaria.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) al borde de una zanja manteniendo la distancia adecuada para evitar sobrecargas.
- Cuando la profundidad de una zanja o las características geológicas lo aconsejen se entibará o se taluzarán sus paredes.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m., puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
 - un balizamiento paralelo a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
 - en casos excepcionales se cerrará eficazmente el acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda una determinada zona.

7.5.2. Identificación de riesgos

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Generación de polvo.

- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Vibraciones.
- Quemaduras.
- Afecciones dérmicas debidas a contacto con cementos
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

7.5.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Cimentaciones	
Protección Colectiva	<p>Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente.</p> <p>La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra.</p> <p>Se saneará el frente de trabajo antes de bajar al vaciado donde se va a realizar la cimentación.</p> <p>Se colocarán topes de seguridad para los camiones hormigonera en las proximidades de las zanjas.</p> <p>Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m profundidad).</p> <p>Se colocarán setas de protección en los extremos de toda la ferralla que presente un riesgo para las personas.</p> <p>Se instalarán vallas perimetrales con la resistencia adecuada que eviten el acceso a elementos en tensión.</p>
EPIs	<p>Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.</p> <p>Casco de seguridad de polietileno</p> <p>Protectores auditivos.</p> <p>Guantes de protección.</p> <p>Calzado reforzado de seguridad.</p> <p>Botas de goma o P.V.C.</p> <p>Cazadora de alta visibilidad.</p> <p>Traje de agua (en condiciones húmedas).</p> <p>Uso de cinturones de seguridad en maquinaria.</p> <p>Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones.</p> <p>Mascarilla antipolvo cuando sea requerida.</p> <p>Guantes de goma finos para la manipulación de cementos.</p>
Señalización	<p>Se señalizarán todas las zonas de trabajo y acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representar, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.</p> <p>Se señalizarán los elementos en tensión cuando se realicen trabajos próximos a los mismos.</p>

Tabla 8. Medios de protección durante la actividad

7.6. Montaje de equipos y estructuras

El presente Proyecto se diseña con un montaje del generador fotovoltaico sobre una estructura soporte con sistema de seguimiento solar, para optimizar la producción anual de energía de la Instalación.

7.6.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Las operaciones de montaje serán realizadas por personal especializado y se señalizará la zona de trabajo.
- Cuando se realicen trabajos mediante grúa, se utilizarán cuerdas guía para situar correctamente cada elemento en su lugar, evitando la manipulación manual directa.
- Cuando se trabaje con un conjunto de grúas, el peso del elemento elevado no debe superar la carga nominal de elevación de ninguna de las mismas.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- Se cuidará especialmente que ningún operario realice trabajos en altura sin la correspondiente protección anticaída.
- El material y las herramientas serán transportadas por los operarios cuando se suban por las escaleras portátiles de tal forma que queden libres las extremidades superiores.
- Se definirán en el Plan de Seguridad elaborado por el Contratista las velocidades máximas de viento permitidas para la realización de cada una de las tareas.

7.6.2. Identificación de riesgos

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Vibraciones.
- Quemaduras.

7.6.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Montaje de equipos y estructuras	
Protección Colectiva	<p>Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente.</p> <p>La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra.</p>

Montaje de equipos y estructuras	
	<p>Si es posible, se protegerán los lugares con riesgo de caída mediante barandilla rígida con rodapié o mallazo electrosoldado. (Los huecos serán inferiores a un cuadrado de 5 x 5 cm).</p> <p>Se instalarán líneas de vida en aquellos lugares desprotegidos que estén a más de 2 m de altura.</p> <p>Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de Piezas y aristas que presenten un riesgo para las personas.</p>
EPIs	<p>Traje de agua (en condiciones húmedas).</p> <p>Uso de cinturones de seguridad en maquinaria.</p> <p>Faja antivibración para operarios expuestos a vibraciones.</p> <p>Mascarilla antipolvo cuando sea requerida.</p> <p>Cinturón de seguridad clase C con línea de 1,5 m y mosquetones de seguridad para los trabajos en altura.</p>
Señalización	<p>Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representa, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.</p>

Tabla 9. Medios de protección durante la actividad

7.7. Instalación eléctrica

La infraestructura eléctrica de la Instalación fotovoltaica constará de varias partes diferenciadas según el siguiente detalle:

- Generador fotovoltaico (paneles fotovoltaicos y seguidor).
- Sistemas de conversión CC/CA: se prevén inversores centrales instalados en cabinas prefabricadas.
- Sistemas de transformación BT/MT: instalados en los mismos centros de transformación con varios inversores cada uno que se conectan a un mismo transformador de 0,65/33 kV.
- Celdas de protección en Media Tensión.
- Sistemas Auxiliares.
- Líneas de Media Tensión, 20 kV uniendo la estación de potencia con el centro de seccionamiento y la línea de evacuación hasta la SET ARROYO ESPINO-COL(T).

7.7.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Las paredes de las zanjas y de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.

- Las operaciones de tendido del cable serán realizadas por personal especializado y se indicará la zona de seguridad antes de llevarlas a cabo.
- La tensión nominal de las herramientas portátiles no excederá de:
 - Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250V.
 - Las de otras características: 440 V.
- En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra. Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor debiendo responder a las siguientes prescripciones:
 - Estarán sometidas a la presión de un soporte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.
 - El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.
- Cuando sea necesario realizar comprobaciones de los mecanismos de protección como magnetotérmicos y diferenciales se avisará a todos los trabajadores que estuvieran utilizando conexiones al cuadro eléctrico, motivo de la rescisión, para que no utilicen las herramientas portátiles, maquinaria, etc...
- Se comprobará de forma periódica el funcionamiento de los mecanismos de protección (magneto térmicos y diferenciales), conexiones y toma de tierra de los cuadros eléctricos y maquinaria.
- Los cuadros eléctricos en servicio deberán permanecer cerrados con la cerradura de seguridad de triángulos (o la llave).
- Los cuadros eléctricos estarán provistos de señalización indicativa de riesgo (eléctrico) e indicación que la manipulación interior solo puede ser realizada por personal especializado y autorizado.
- No se permitirá la utilización de fusibles rudimentarios. Se utilizarán fusibles normalizados.
- Durante el montaje de la instalación se tomarán las medidas necesarias para impedir que nadie pueda conectar la instalación a la red, es decir, ejecutando como última fase de la instalación, el cableado desde el cuadro general al de la compañía y guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para efectuar la conexión en el cuadro (fusibles y accionadores), que se instalarán poco antes de concluir la instalación.
- Antes de proceder a la conexión se avisará al personal de que se van a iniciar las pruebas de tensión instalando carteles y señales de "Peligro de electrocución".

- Antes de hacer las pruebas con tensión se ha de revisar la instalación, cuidando de que no queden accesibles a terceros, uniones, empalmes y cuadros abiertos, comprobando la correcta disposición de fusibles, terminales, protección diferencial, puesta a tierra, cerradura y manguera en cuadros y grupos eléctricos.
- Siempre que sea posible se enterrarán las mangueras eléctricas; a modo de señalización y protección para reparto de cargas, se establecerán sobre las zonas de paso sobre manguera, una línea de tablonos señalizados en los extremos del paso con señal de "Peligro de electrocución". Dentro de la edificación las mangueras deberán ir colgadas mediante elementos aislantes del techo y a una altura que no provoque el contacto con las personas u objetos que estas transporten. Deberá evitarse su tendido por el suelo.
- Los mangos de las herramientas manuales estarán protegidos con doble aislamiento a base de materiales dieléctricos, quedando prohibida su manipulación u alteración. Si el aislamiento está deteriorado se retirará la herramienta.
- Los montajes y desmontajes eléctricos serán efectuados por personal especializado.
- Todo el personal que manipule conductores y aparatos accionados por electricidad estará dotado de guantes aislantes y calzado de goma.
- Se tendrán en cuenta las medidas preventivas que están incluidas en el capítulo de medios auxiliares que hace referencia a escaleras portátiles y andamios.
- No se conectarán cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Para la realización del cableado, cuelgue y conexionado de la instalación eléctrica puntuales, se procederá con una plataforma elevadora o un castillete con ruedas.

7.7.2. Identificación de riesgos

- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Cortes o golpes por manejo de objetos o herramientas manuales
- Cortes o pinchazos por manejo de vías y conducciones.
- Proyección de fragmentos o partículas fundamentalmente en la apertura de rozas.
- Incendio por ser incorrecta la instalación de la red eléctrica.
- Ruido
- Electrocuación o quemaduras graves por mala protección de cuadros o grupos eléctricos.

- Electrocutión o quemaduras graves por maniobras en líneas o aparatos eléctricos por personal inexperto.
- Electrocutión o quemaduras graves por utilización de herramientas, (martillos, alicates, destornilladores, etc.) sin el aislamiento.
- Electrocutión o quemaduras graves por falta de aislamiento protector, en líneas y/o cuadros (disyuntores diferenciales).
- Electrocutión o quemaduras graves por falta de protección en fusibles, protecciones diferenciales puesta a tierra, mala protección de cables de alimentación, interruptores, etc.
- Electrocutión o quemaduras graves por establecer puentes que anulen las protecciones.
- Electrocutión o quemaduras graves por conexiones directas (sin clavijas).

7.7.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Instalación eléctrica	
Protección Colectiva	<p>Para la realización de trabajos en altura se utilizarán andamios con barandillas de 0,90 m. de altura, con listón superior, listón intermedio y rodapié.</p> <p>Recipientes con productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según legislación vigente.</p> <p>La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible y sencilla mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra.</p> <p>Se saneará el frente de trabajo antes de realizar el tendido de los cables en las zanjas.</p> <p>Se colocarán topes de seguridad para los camiones hormigonera en las proximidades de las zanjas.</p> <p>Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de 2 m de profundidad)</p> <p>Las zanjas y los huecos se entibarán de forma adecuada si así lo requiere la profundidad de las mismas y el estado del terreno circundante.</p>
EPIs	<p>Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.</p> <p>Casco de seguridad de polietileno.</p> <p>Mono de trabajo.</p> <p>Guantes aislantes.</p> <p>Botas aislantes.</p> <p>Cinturón de seguridad para trabajos en altura.</p> <p>Banqueta o alfombra aislante.</p> <p>Comprobadores de tensión.</p> <p>Herramientas con doble aislamiento.</p>

Instalación eléctrica	
Señalización	Se señalarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representan, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

Tabla 10. Medios de protección durante la actividad

7.8. Puesta en marcha

Esta actividad consiste en la realización de las pruebas de comisionado de la Instalación.

7.8.1. Normas de seguridad

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad:

- Los operarios que realicen la maniobra de puesta en marcha de la Instalación poseerán una titulación acorde con sus labores.
- Se guardarán las distancias de seguridad preceptivas a los elementos que estén en tensión.
- No se conectará ningún elemento sin haber comprobado que no exista persona alguna en sus proximidades.

7.8.2. Identificación de riesgos

- Incendio por ser incorrecta la instalación de la red eléctrica.
- Ruido
- Electrocutión o quemaduras graves por mala protección de cuadros o grupos eléctricos.
- Electrocutión o quemaduras graves por maniobras en líneas o aparatos eléctricos por personal inexperto.
- Electrocutión o quemaduras graves por utilización de herramientas, (martillos, alicates, destornilladores, etc.) sin el aislamiento.
- Electrocutión o quemaduras graves por falta de aislamiento protector, en líneas y/o cuadros (disyuntores diferenciales).
- Electrocutión o quemaduras graves por falta de protección en fusibles, protecciones diferenciales puesta a tierra, mala protección de cables de alimentación, interruptores, etc.
- Electrocutión o quemaduras graves por establecer puentes que anulen las protecciones.
- Electrocutión o quemaduras graves por conexiones directas (sin clavijas).

7.8.3. Señalización, protecciones colectivas y EPIs

Puesta en marcha	
Protección Colectiva	<p>Se tendrá en todo momento un kit de salvamento eléctrico completo cuando se realicen trabajos con tensión. Este estará compuesto, como mínimo, por: pértiga de salvamento, verificador de tensión, cizalla cortacables, baqueta aislante, guantes aislantes, chanclas aislantes, frasco de sales reanimadoras y cartel de primeros auxilios.</p> <p>Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de piezas y aristas que presenten un riesgo para las personas.</p>
EPIs	<p>Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.</p> <p>Casco de seguridad de polietileno.</p> <p>Mono de trabajo.</p> <p>Guantes aislantes.</p> <p>Botas aislantes.</p> <p>Cinturón de seguridad para trabajos en altura.</p> <p>Banqueta o alfombra aislante.</p> <p>Comprobadores de tensión.</p> <p>Herramientas con doble aislamiento.</p>
Señalización	<p>Se señalarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representan, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.</p>

Tabla 11. Medios de protección durante la actividad

8. Análisis de máquinas y equipos

En este apartado se analizarán los riesgos asociados al uso de las diferentes máquinas y equipos que se utilizarán durante las obras de construcción de este Proyecto.

8.1. Máquinas y equipos

Las principales maquinarias y equipos que se prevén para la ejecución de las obras son:

Maquinaria y Equipos previstos para el Proyecto	
Máquinas	<p>Bulldozer</p> <p>Retroexcavadora</p>

Maquinaria y Equipos previstos para el Proyecto	
	Apisonadora Bañera y camión volquete Camión hormigonera Camión grúa Camión con pluma Dumper Autohormigonera Zanjadora Máquina hincapostes
Equipos	Compresor neumático Martillo neumático Sierra circular portátil Instalación eléctrica auxiliar Escaleras Plataformas de trabajo / andamios Estrobos, cables y cuerdas

Tabla 12. Principales maquinaria y equipos

Identificación de Riesgos

La siguiente tabla indica una relación de los riesgos principales asociados al trabajo con las máquinas y equipos durante la ejecución de las obras.

Identificación de los Principales Riesgos asociados a Máquinas y Equipos
Atropellos y colisiones.
Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
Deslizamientos y desprendimientos de tierras.
Caídas de personas al mismo o distinto nivel.
Caídas de material desde las máquinas.
Proyección de partículas.
Explosiones e incendios.
Desprendimientos y corrimientos de tierras.
Ruido puntual y ambiental.
Aplastamientos y atrapamientos.
Vibraciones.
Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas.
Cortes y amputaciones.
Pinchazos.
Sobreesfuerzos.
Quemaduras.
Golpes.

Tabla 13. Identificación de principales riesgos asociados a máquinas y herramientas

En los apartados 1.7.5 y 1.7.5.9 se definen los principales riesgos asociados al uso de cada maquinaria y equipo de forma más específica.

8.2. Normas básicas de seguridad y salud

Se consideran las siguientes normas básicas de seguridad aplicables a toda la maquinaria mencionada en este apartado:

- Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carné necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.
- Toda la maquinaria a emplear en las obras deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al Real Decreto 1215/1997, modificado por el real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, manual de usuario y su libro de mantenimiento actualizado.
- Las máquinas que así lo exija la legislación, tendrán vigente su correspondiente póliza de responsabilidad civil.
- Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas o en un número superior a las plazas permitidas.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que están previstas las máquinas.
- Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados y está prevista su utilización.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al conductor en caso de falta de visibilidad del área de trabajo.
- Las paredes de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Se evitará la superposición de los tajos.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
- No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas ni en lugares elevados sin el correspondiente aseguramiento de los mismos.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- El acceso a la máquina se realizará utilizando los medios de los que está provista para tal fin, sin saltar ni realizar maniobras bruscas.
- No se empleará innecesariamente la alta velocidad, especialmente cuando no haya buena visibilidad, o cuando las condiciones del terreno sean adversas.

- En general, se utilizarán velocidades moderadas.
- No se trabajará en pendientes excesivamente pronunciadas susceptibles de producir vuelco.
- Ante la presencia de conductores eléctricos bajo tensión se impedirá el acceso de la maquinaria a puntos donde pudiese entrar en contacto.
- Asegurar firmemente los objetos que situados en la parte externa de la máquina.
- No se procederá a reparaciones sobre la máquina con el motor en marcha.
- Los cambios de circulación interna se señalarán con claridad para evitar colisiones o roces.
- No se realizarán ni mediciones ni replanteos en las zonas donde estén trabajando máquinas de movimiento de tierras hasta que estén paradas y en lugar seguro de no ofrecer riesgo de vuelcos o desprendimientos de tierra.
- Para abrir el tapón del radiador, se eliminará previamente la presión interior y se tomarán precauciones para evitar quemaduras.
- No se abandonará la máquina sin antes haber parado el motor, quitado la llave de contacto y puesto el freno.
- Antes de subir a la máquina para iniciar la marcha, se comprobará que no hay nadie en las inmediaciones, así como la posible existencia de manchas que indiquen pérdidas de fluidos.
- Cuando se tenga que circular por superficies inclinadas, se hará siempre según la línea de máxima pendiente.
- Se comprobará periódicamente el estado de los frenos, mandos y luces.
- Se podrá bloquear la dirección cuando se esté parado.
- Se mantendrán en cualquier caso las preceptivas distancias de seguridad a los elementos en tensión.

8.3. Equipos de protección

Equipos de Protección	
Protección colectiva	Señalización acústica automática para la marcha atrás. Faros de desplazamientos hacia delante o hacia atrás. Servofreno y frenos de seguridad. Retrovisores a cada lado. Equipadas con extintor.
EPIs	Casco, preferiblemente con barbuquejo (uso fuera de la cabina). Ropa de trabajo (funda o chaquetilla y pantalón como mínimo.)

Equipos de Protección	
	<p>Botas de seguridad.</p> <p>Traje de agua (en condiciones húmedas).</p> <p>Cinturón de seguridad en desplazamientos.</p> <p>Protectores auditivos (exposición al ruido).</p> <p>Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.</p> <p>Faja antivibración (exposición a vibraciones de la maquinaria).</p>

Tabla 14. Equipos de protección para máquinas y equipos

8.4. Maquinaria

8.4.1. Bulldozer

Durante el uso del Bulldozer se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- La hoja deberá estar bajada para desplazarse con seguridad, tanto hacia delante como hacia atrás.
- No se abandonará la máquina sin antes haber dejado reposada en el suelo la cuchilla, parado el motor, quitada la llave de contacto y puesto el freno.
- Cuando se quiten obstáculos como troncos de árboles, piedras de gran tamaño, etc. no se cargará contra ellos a alta velocidad, se eliminarán haciendo la excavación a modo de palanca.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, se corresponden con los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4 respectivamente.

8.4.2. Retroexcavadora

Durante el uso de la Retroexcavadora se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Cuando no están trabajando, deben estar paradas con los frenos puestos. Las máquinas con ruedas deben tener estabilizadores.
- Se colocarán de manera que las ruedas o las cadenas estén a 90° respecto a la superficie de trabajo, siempre que sea posible. Esto permite mayor estabilidad y un rápido retroceso.
- Si se utiliza la retroexcavadora sobre cadenas, con pala frontal, deben quedar las ruedas cabillas detrás, para que no puedan sufrir ningún daño, debido a la caída fortuita de materiales.
- En operaciones con pala frontal, sobre masas de una cierta altura, se empezará atacando las capas superiores para evitar derrumbamientos.

- Cuando haya varias máquinas trabajando a diversos niveles, se hará que la máquina ensanche suficientemente su corte antes de comenzar otro más bajo, esto impide que caigan sobre la máquina inferior rocas o tierras. Se evitará que la situada en la parte inferior excave bajo la plataforma superior.
- Cuando sea necesario trabajar en una pendiente, se hará hacia arriba, así el agua no se introducirá en la excavación.
- Cuando se suba o baje por un camino con una pendiente pronunciada, es necesario situar la cuchara a una altura que no choque con los posibles obstáculos, pero lo suficientemente baja como para actuar de soporte de la máquina en caso de que ésta fuese a volcar. Otro método, cuando se sube por una pendiente, será llevar el brazo y la cuchara hacia delante y baja, actuando así de contrapeso.
- La cuchara no debe usarse nunca para golpear rocas, especialmente si están medio desprendidas.
- Cuando se circula con retroexcavadora de orugas deben de actuar las ruedas cabillas en la parte trasera para que las cadenas, en contacto con el suelo, estén en tensión.
- Por la razón antes mencionada cuando se usa cucharón excavador, las ruedas cabillas deben estar en la parte delantera (extremo de trabajo).
- Se debe cargar el material en los camiones de manera que la cuchara nunca pase por encima de la cabina del camión o del personal de tierra.
- Siempre que se cambien accesorios, nos aseguraremos de que el brazo esta abajo y parado. Cuando sea necesario, en algunas operaciones de mantenimiento, por ejemplo, trabajar con el brazo levantado, utilizaremos puntales para evitar que vuelque. Esta advertencia también es válida para las palas cargadoras.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

Riesgos más frecuentes:

- Atropello.
- Deslizamiento de la máquina.
- Máquinas en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.

- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad).
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos (trabajos de mantenimiento).
- Proyección de objetos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Riesgos higiénicos de carácter pulverulento.
- Sobreesfuerzos.

EPIs:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Gafas antiproyecciones para las operaciones de mantenimiento.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Guantes de cuero, goma o P.V.C. para las labores de mantenimiento.
- Faja antivibratoria y cinturón de seguridad.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Botas de goma o P.V.C. para los desplazamientos fuera del vehículo en temporada de barros y lluvias.
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Protectores auditivos en caso de no disponer de cabina insonorizada.

8.4.3. Apisonadora

En cuanto a las normas básicas de seguridad, además de lo indicado en los apartados 1.7.2, 1.7.3 y 1.7.4:

- El operador permanecerá en su puesto de trabajo, sin abandonar éste hasta que el rodillo esté parado.

- Vigilará especialmente la estabilidad del rodillo cuando circule sobre superficies inclinadas, así como de la consistencia mínima del terreno, necesaria para conservar dicha estabilidad.
- Las reparaciones y operaciones de mantenimiento se harán con la máquina parada.

Riesgos más frecuentes:

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva).
- Caída por pendientes.
- Choque contra otros vehículos (camiones, máquinas).
- Incendios (mantenimiento).
- Quemaduras (mantenimiento).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.
- Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas duras.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti-ruídos.

8.4.4. Bañera y camión volquete

Durante el uso de la Bañera y el Camión Volquete se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- La operación de carga no se realizará por encima de la cabina.

- Se prohibirá la permanencia de operarios dentro del radio de acción del camión.
- Si la cabina no está reforzada, el conductor abandonará la cabina, colocándose fuera del área peligrosa durante el proceso de carga.

Nunca se pondrá el camión en movimiento con la caja en posición elevada.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, se corresponden con los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4 respectivamente.

8.4.5. Camión hormigonera

Durante el uso del Camión Hormigonera se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Se fijarán firmemente todos los elementos situados en el exterior del camión.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba para evitar vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos.
- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 60 cm. del borde de la zanja.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión hormigonera a una distancia inferior a los 2 m del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión hormigonera, dotándose además al lugar de un tope firme para la rueda trasera del camión, para evitar caídas y deslizamientos.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

Riesgos más frecuentes:

- Los derivados del tráfico durante el transporte.
- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida).
- Choque o golpe contra objetos u otros vehículos.
- Sobreesfuerzos (mantenimiento).
- Afecciones dérmicas por contacto con cemento.

EPIs:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera de la cabina.
- Guantes de goma finos para manipulación de cementos.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Faja anti vibratoria y cinturón de seguridad en el camión.

8.4.6. Camión grúa y camión con pluma

Durante el uso del Camión Grúa y el Camión con Pluma se consideran las siguientes Normas Básicas de Seguridad (además de las comunes ya indicadas en el apartado correspondiente):

- Se fijarán firmemente todos los elementos situados en el exterior del camión.
- Se asegurará la estabilidad del camión, antes de realizar los trabajos.
- Antes de comenzar la maniobra se comprobará el peso exacto de la pieza, y que tanto la máquina como los elementos auxiliares necesarios para efectuar el izado, son capaces de resistir la carga, y que se encuentren en perfecto estado de conservación y funcionamiento.
- Cuando se trabaje con un conjunto de grúas, el peso del elemento elevado no debe superar la carga nominal de elevación de ninguna de las mismas.
- El conductor no abandonará la máquina mientras existan cargas suspendidas.
- Al circular lo hará con el mástil plegado.
- Al finalizar el trabajo el mástil quedará plegado.
- Se evitará dar golpes a los grilletes, así como soldar sobre ellos o calentarlos. Las mismas precauciones se adoptarán con las poleas.
- Las zonas de izado de material se acotarán y señalizarán convenientemente para evitar que nadie se sitúe inadvertidamente bajo cargas suspendidas.
- Se comprobará, antes de comenzar la maniobra, que el camino que ha de recorrer la pieza está libre de obstáculos.
- El personal que ordene las maniobras deberá estar especializado. Se evitarán los cambios del personal dedicado a estas tareas.
- El personal dedicado habitualmente a la ejecución de maniobras dispondrá de tablas e instrucciones que le permitan seleccionar correctamente los elementos adecuados a cada maniobra.

- Las maniobras importantes estarán calculadas y supervisadas por un técnico capacitado.
- El izado de la carga se hará vertical y no en sentido oblicuo.
- Se prohíbe el traslado de personal sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.
- Se prohíbe terminantemente situarse sobre las piezas suspendidas.

En cuanto a los riesgos más frecuentes, protecciones colectivas y EPIs, adicionalmente a los indicados en los apartados 1.7.2 y 1.7.4, se consideran los siguientes:

- Riesgos más frecuentes: Contactos eléctricos.
- EPIs: Gafas de sol (cuando sea necesario).

8.4.7. Dumper

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El dumper deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- No se realizarán reparaciones ni operaciones de mantenimiento con la máquina en funcionamiento.
- Se indicarán los movimientos que se realicen.
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor colocando la velocidad en sentido contrario al de la pendiente.
- El conductor no abandonará la máquina mientras existan cargas suspendidas.
- El personal permanecerá fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos, golpes y caídas de material sobre personas.
- En caso de falta de visibilidad las maniobras serán guiadas por un operario.
- Al circular lo hará con el mástil plegado y la carga lo más baja posible.
- Al finalizar el trabajo el mástil quedará plegado.
- El operario de la máquina dispondrá en todo momento: Casco de seguridad, ropa de trabajo adecuada y botas antideslizantes. Este limpiará el barro cada vez que entre en la máquina para no resbalar con los pedales.
- No se sobrepasará la carga nominal del dumper.
- No se situará la carga de forma que impida la visión del operario.

Riesgos más frecuentes:

- Choque con elementos fijos o móviles de obra.
- Atropello y/o aprisionamiento de personas en operaciones de maniobra, descarga y mantenimiento.
- Vuelcos al circular por pendientes excesivas, realizar maniobras bruscas, o llevar exceso de carga.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Botas impermeables de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C. (mantenimiento).

8.4.8. Autohormigonera

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- La autohormigonera deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se comprobará de forma periódica el dispositivo de bloqueo de la cuba, así como el estado de los cables, palancas y accesorios.
- Al terminar la operación de hormigonado o al terminar los trabajos, el operador dejará la cuba reposando o en posición elevada, completamente inmovilizada.
- La hormigonera está provista de toma de tierra, con todos los órganos que puedan dar lugar a atrapamientos convenientemente protegidos, el motor con carcasa y el cuadro eléctrico aislado y cerrado permanentemente.
- En operaciones de vertido manual de las hormigoneras (vertido por carretillas), la superficie por donde pasen estará limpia y sin obstáculos.
- No se introducirán las extremidades o elementos extraños en la cuba, sin haber parado y desconectado previamente la máquina.
- Se utilizarán guantes de goma finos para evitar el contacto de la piel con el cemento.

8.4.9. Zanjadora

Normas preventivas:

- Nunca se debe saltar de la máquina. Utilizar los medios instalados para tal fin y emplear ambas manos para sujetarse.
- En los trabajos de mantenimiento y reparación aparcarse la máquina en suelo firme, colocar todas las palancas en posición neutral y parar el motor quitando la llave de contacto.
- Antes de cada intervención en el circuito hidráulico hay que accionar todos los mandos auxiliares en ambas direcciones con la llave en posición de contacto para eliminar presiones dinámicas.
- Nunca ponga la máquina en marcha antes de asegurar las piezas sueltas, comprobar si falta alguna señal de aviso.
- No realice modificaciones ampliaciones o montajes de equipos adicionales en la máquina, que perjudiquen la seguridad.
- En previsión de vuelcos, la cabina ha de estar en todo momento libre de objetos pesados.
- Mantenga su máquina limpia de grasa y aceite y en especial los accesos a la misma.
- Permanezca separado de todas las partes giratorias o móviles.
- Nunca trabaje debajo del equipo mientras éste no se encuentre apoyado adecuadamente en el suelo.
- No use cables defectuosos y utilice los guantes. Durante el giro del motor tenga cuidado que no se introduzcan objetos en el ventilador.
- Utilizar guantes y gafas de seguridad para efectuar trabajos
- Desconectar el motor al repostar y no fumen mientras lo hacen.
- Controlar la existencia de fugas en mangueras, racores... si existen, elimínelas inmediatamente.
- No utilice nunca ayuda de arranque en frío a base de éter cerca de fuentes de calor.
- No transporte personal en la máquina sino está debidamente autorizado para ello.

Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel.
- Aplastamiento.
- Vibraciones.
- Proyección de partículas.
- Quemaduras.

- Incendio. Explosión. Cortes.
- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva).
- Caída por pendientes.
- Choque contra otros vehículos (camiones, máquinas).
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti ruidos.

8.4.10. Máquina hincapostes

Normas Preventivas:

- Deben utilizarse pilotadoras de fabricación de pilotes mediante máquina taladradora rotatoria que prioritariamente dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad de acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.
- Se recomienda que la pilotadora esté dotada de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash
- Estar dotada de avisador acústico de marcha atrás.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específicas de PRL que fija el RD 1215/97, de 18 de julio, artículo 5 o el Convenio Colectivo General del sector de la Construcción, artículo 156, y ha leído el manual de instrucciones correspondiente.
- Las operaciones de pilotaje han de estar dirigidas por un especialista.
- Revisar el cableado antes de iniciar los trabajos.

- Evitar el acceso a personas ajenas de la excavación en la zona de los pilotes.
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la pilotadora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.
- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Asegurar la máxima visibilidad de la pilotadora mediante la limpieza de retrovisores, parabrisas y espejos.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- Subir y bajar de la pilotadora únicamente por la escalera prevista por el fabricante.
- Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara a la pilotadora.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
- Verificar la existencia de un extintor en la pilotadora.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

Riesgos más frecuentes:

- Caída de personas a diferente nivel.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.

- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad (al bajar de la máquina).
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes.
- Protectores anti ruidos.

8.5. Equipos

8.5.1. Compresor neumático

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El compresor deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se deberán comprobar los conductos de presión periódicamente.
- Se deberá hacer uso de la protección auditiva en sus proximidades.

8.5.2. Martillo neumático

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- El martillo deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- Se deberán comprobar los conductos de presión periódicamente.
- Se deberá hacer uso de la protección auditiva en sus proximidades.
- El operario que maneje el martillo deberá estar equipado con gafas de protección.

- Se deben utilizar todos los medios posibles para evitar la transmisión de vibraciones a los operarios (guantes antivibración, buen estado del martillo, etc.).

8.5.3. Sierra circular portátil

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- La sierra circular deberá poseer la declaración de conformidad o adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, además de su correspondiente manual de instrucciones y libro de mantenimiento y revisiones.
- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para evitar proyecciones e incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.
- Se utilizarán gafas de protección contra impactos, cuando se utilice esta máquina.
- Se utilizarán guantes de protección contra cortes, cuando se utilice esta máquina.

8.5.4. Instalación eléctrica auxiliar

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Todos los elementos que componen la instalación eléctrica auxiliar de obra deben tener su correspondiente marcado CE, exceptuando las clavijas de conexión.
- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- Los portátiles dispondrán de mando aislante y protector metálico para la lámpara. La tensión de alimentación será de 24 V en todos los casos.
- Los cuadros serán de intemperie, dotados de puerta hermética, tendrán toma de corriente e interruptores diferenciales.
- El calibre o sección del cableado será el especificado en planos y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 V como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta), se efectuará mediante canalizaciones enterradas.

- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, este se realizará a una altura mínima de 2 m en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Se señalará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tablonas que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima será entre 40 y 50 cm; el cable ira además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido corrugado.
- Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta:
- Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
- Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- La interconexión de los cuadros secundarios en planta baja se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento en torno a los 2 m, para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras del suelo.
- Las mangueras de "alargadera":
- Si son para cortos periodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arriadas a los parámetros verticales.
- Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable IP 55).
- Las mangueras que canalizarán por lugares en los que estén resguardadas de golpes o cortes. Se atenderá muy especialmente al mantenimiento en perfecto estado del aislamiento y que no interfieran con cables de izado, de andamios colgantes o cables de soporte provisional de piezas.
- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carnet profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rotulo correspondiente en el cuadro de gobierno.

- La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
- Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables solo la efectuarán los electricistas.
- Se colocará la señal de riesgo eléctrico en los lugares que sea necesario.
- Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos).
- La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos en los planos como necesarios: su cálculo se ha efectuado siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.
- Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico, tal y como queda reflejado en el esquema unifilar.
- Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
- Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.
- Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
 - 300 mA - (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria.
 - 30 mA - (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - 30 mA - Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.
- La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción MIBT.039 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la Instrucción MIBT.023 mediante los cuales pueda mejorarse la instalación.

- Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación.
- Cuando la toma general de tierra definitiva del edificio se halle realizada, será esta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de obra.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.
- La red general de tierra será única para la totalidad de la instalación, incluidas las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.
- Caso de que las grúas pudiesen aproximarse a una línea eléctrica de media o alta tensión carente de apantallamiento aislante adecuado, la toma de tierra, tanto de la grúa como de sus carriles, deberá ser eléctricamente independiente de la red general de tierra de la instalación eléctrica provisional de obra.
- Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de las carcasas de motores o máquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.
- El punto de conexión de la pica (placa o conductor), estará protegido en el interior de una arqueta practicable.

8.5.5. Escaleras manuales

En el uso de escaleras portátiles se observarán las normas siguientes:

- Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza, y los peldaños estarán bien ensamblados y no solamente clavados.

- Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente.
- Se prohíbe empalmar dos escaleras, salvo que en estructura cuenten con dispositivos expresamente preparados para ello.
- Las escaleras de mano simples no deben salvar más de 5 m, a menos que estén reforzadas en su centro, quedando su uso prohibido para alturas superiores a 7 m. Para alturas mayores de 7 m será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles a ser fijadas sólidamente a su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad y línea de vida.
- Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.
- Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie y de ganchos de sujeción en la parte superior.
- Para el acceso a lugares elevados sobrepasarán en 1 m los puntos superiores de apoyo.
- El ascenso, descenso y trabajo se harán siempre de frente a las mismas.
- Cuando se apoyen en postes, se emplearán abrazaderas de sujeción.
- No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
- Se prohíbe el transporte manual de materiales sobre las escaleras.
- La distancia entre los pies y la vertical del punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta el punto de apoyo.
- Las escaleras de tijera estarán provistas de cables o cadenas que impidan su apertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.
- Las escaleras se fijarán en sus extremos cuando se vayan a utilizar durante un tiempo prolongado.

Riesgos más frecuentes:

- Caída a distinto nivel, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o incorrecto apoyo, vuelco lateral por apoyo irregular.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, escaleras cortas para la altura a salvar, etc).
- Sobreesfuerzos.

Protecciones individuales:

- Mono de trabajo.

- Casco de seguridad.
- Zapatos con suela antideslizante.

8.5.6. Andamios y plataformas de trabajo

Los andamios reunirán las siguientes características:

- Los tablones del piso serán metálicos o de madera seca, sin nudos ni grietas y con el espesor adecuado al vano. Se colocarán juntos, de manera que formen un piso uniforme y estarán adecuadamente sujetos para impedir su vuelco o caída. Se comprobará la resistencia de los tablones antes de ser utilizados.
- Todos los andamios que se utilicen con alturas superiores a 2 m tendrán barandillas resistentes de 0,9 m de altura como mínimo, barandilla intermedia y rodapié.
- El piso del andamio tendrá como mínimo tres tablones de 20 cm de ancho cada uno y 5 cm de grueso.
- El ancho mínimo de las plataformas de trabajo será de 60 cm.
- Sobre los andamios sólo se almacenará el material imprescindible para asegurar la continuidad del trabajo.
- El orden y la limpieza en el andamio serán perfectos.

Riesgos más frecuentes:

- Atropellos.
- Golpes.
- Vibraciones.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de materiales.
- Choques con elementos fijos de obra.

Protecciones individuales:

- Todos los equipos de protección individual deben disponer de la marca CE.
- Casco de seguridad para los desplazamientos fuera del vehículo.
- Botas de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes de cuero.
- Faja de protección lumbar.

- Ropa de trabajo.

8.5.7. Estrobos, cables y cuerdas

Se tendrán en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Estos elementos tendrán indicada su resistencia máxima, la cual no se sobrepasará en ninguna circunstancia.
- Se emplearán, preferentemente, estrobos contruidos en fábrica, de los cuales habrá existencia de reserva en el almacén, de diferentes diámetros y longitudes para poder adaptarse adecuadamente a las exigencias en peso y dimensiones de las cargas a elevar.
- Los estrobos y cables se protegerán con cantoneras cuando hayan de doblarse o rozar con aristas vivas.
- Se desecharán por inútiles cuando el número de hilos rotos alcance el límite superior establecido en las normas, haya rotura de un cordón o del alma, presente fuertes oxidaciones, o tenga vicios u otros defectos que hagan dudar de su resistencia.

8.6. Instalaciones provisionales

El Contratista pondrá una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- Vestuario que dispondrá de percheros, sillas y calefacción.
- Servicios higiénicos que dispondrán de lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción.
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador de comidas y recipientes para basuras.
- Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.

En función del número máximo de operarios que se pueden encontrar en fase de obra, se determinarán la superficie y los elementos necesarios para las instalaciones de salubridad e higiene. Las proporciones a la hora de determinar el material sanitario serán las siguientes:

- 1 inodoro/25 trabajadores.
- 1 ducha/10 trabajadores.

- 1 lavabo/10 trabajadores.
- 1 espejo/25 trabajadores.

Complementados por los elementos auxiliares necesarios: toalleros, jaboneras, etc., se deberá disponer de agua caliente y fría en las duchas y lavabos.

Los vestuarios estarán provistos de asientos y taquillas individuales con llave para guardar ropa y calzado.

La superficie de los servicios será la correspondiente a unos 2 m² por trabajador, la altura libre de suelo a techo no deberá ser inferior a 2,30 m, con una superficie para cada uno de los retretes de 1 x 1,20 m.

Existirá como mínimo, un botiquín de primeros auxilios que se revisará mensualmente, siendo repuesto inmediatamente el material consumido. Se tendrá permanentemente una camilla en la obra para el traslado de posibles accidentados.

El comedor tendrá una superficie correspondiente a 1 m²/trabajador, con iluminación artificial y natural suficiente, ventilación adecuada, sillas, mesas, calentador de comida, pileta de agua corriente y recipiente para recoger basuras.

En la oficina de obra se instalará un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 21 A.

Colmenar Viejo, Diciembre de 2022

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Corroero Cabrera
Colegiado 7.426

Pliego de condiciones

1. Legislación

Seguidamente, se facilita una relación de la normativa vigente básica de seguridad y la de desarrollo de prevención de riesgos laborales, que aplica a los trabajos objeto del proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, De 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/932/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (complementado por el R.D. 56/1995 y R.D. 1849/2000).
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- R.D. 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas

- R.D. 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1504/1990 de 23 de noviembre modifica Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979).
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997)
- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.
- Ley 19/2001 de 19 de diciembre de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por R.D. legislativo 339/1990.
- Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.
- Real Decreto 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITC's.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
- Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

2. Consideraciones de los equipos de protección colectiva

- Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.

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

3. Consideraciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo:

Utilización de equipos de protección individual.

- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que este deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.
- Se recuerda, que, en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

4. Señalización de obra

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los

preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

5. Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos

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

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

6. Formación e información a los trabajadores

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen

trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y 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, según criterios del R.D. 614/2001.

7. Acciones a seguir en caso de accidente laboral

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana.
- Al jefe de obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa.

El jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones. Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

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

- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

8. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

Accidentes de tipo leve

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).

A la Mutua de Accidentes de Trabajo.

Accidentes de tipo grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores

Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a las Dirección Facultativa).

A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.

9. Seguridad de la obra

Presencia de recursos preventivos en obra

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

- Lo dispuesto en el art. 32 bis de la Ley de Prevención de Riesgos laborales es aplicable a las obras de construcción del presente proyecto, ya que para dichas obras aplica el R.D. 1627/1997. Por tanto, la preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales según se definen en el R.D. 1627/1997.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de lo incluido en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del contratista y comprobar la eficacia de las medidas incluidas en este.

- Se consideran recursos preventivos, a los que el contratista podrá asignar la presencia, los siguientes:
 - o Uno o varios trabajadores designados de la empresa
 - o Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa
 - o Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa

- El contratista podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a realizar por la empresa en el emplazamiento y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del contratista.

- Los recursos preventivos deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia (periodo de ejecución de los trabajos considerados como riesgo especial).

10. Plan de Seguridad y Salud

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra. El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud. El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos.

La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

11. Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de Seguridad y Salud

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un Estudio Básico de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre, que respetara el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/u observaciones que este pueda sugerirle.
- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.
- Proporcionará a sus trabajadores equipos de protección individual adecuado para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante el transcurso de la obra.
- Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

12. Coordinador de Seguridad y Salud

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que podrá recaer en la misma persona que redacte el Proyecto.

El Coordinador 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:

- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.
 - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
-
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
 - Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
 - Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista 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 esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

13. 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, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

- a) El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
- b) La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en el apartado 1.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados 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 deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de este.

14. Seguridad de responsabilidad civil y patronal

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños a la promotora, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá que concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por víctima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de los mismos si en opinión de la promotora se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra.

En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

15. Subcontratación

Sin previa autorización escrita de la empresa promotora el contratista no podrá ceder o traspasar a terceros obligaciones o derechos nacidos del pedido o contrato. Para la cesión, la empresa promotora dará su conformidad a la selección del subcontratista.

El contratista será responsable único ante la promotora de la realización de la obra en su totalidad, independientemente de las responsabilidades que él pueda exigir a sus suministradores o subcontratistas. Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre como representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

Colmenar Viejo, Diciembre de 2022

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Corroero Cabrera
Colegiado 7.426

Presupuesto

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
Protecciones Individuales				
Protecciones para la Cabeza				
30,00	Ud	Casco de seguridad homologado.	3,05 €	91,50 €
10,00	Ud	Pantalla de seguridad para soldadura, homologada	19,83 €	198,30 €
10,00	Ud	Pantalla contra partículas, homologada.	8,41 €	84,10 €
15,00	Ud	Gafas contra impactos, homologadas.	18,03 €	270,45 €
15,00	Ud	Gafas antipolvo, homologadas	4,21 €	63,15 €
30,00	Ud	Mascarillas antipolvo, homologadas.	2,54 €	76,20 €
30,00	Ud	Filtro recambio mascarilla, homologado	1,21 €	36,30 €
30,00	Ud	Protectores auditivos, homologados.	12,28 €	368,40 €
Protecciones para el Cuerpo				
30,00	Ud	Mono de trabajo, homologado.	21,52 €	645,60 €
30,00	Ud	Impermeable de trabajo, homologado.	18,95 €	568,50 €
10,00	Ud	Mandil de cuero para soldador, homologado.	18,02 €	180,20 €
15,00	Ud	Cinturón de seguridad clase A (sujeción), homologado.	31,56 €	473,40 €
15,00	Ud	Cinturón portaherramientas, homologado.	31,56 €	473,40 €
Protecciones para las Manos				
30,00	Ud	Pares de Guantes de goma.	1,31 €	39,30 €
30,00	Ud	Pares de Guantes de uso general.	2,79 €	83,70 €
15,00	Ud	Pares de guantes para soldador, homologados.	5,61 €	84,15 €
15,00	Ud	Pares de guantes aislantes para electricista, homologados.	45,85 €	687,75 €
Protecciones para los Pies				
30,00	Ud	Pares de botas de agua, homologadas.	19,42 €	582,60 €
30,00	Ud	Pares de botas de seguridad con puntera y plantillas metálicas homologadas.	35,75 €	1.072,50 €
15,00	Ud	Pares de botas aislantes para electricista, homologadas.	42,12 €	631,80 €
15,00	Ud	Par de polainas para soldador, homologadas.	11,26 €	168,90 €
Protecciones Anticaídas				
15,00	Ud	Arnés amarre dorsal y torsal	54,62 €	819,30 €
15,00	Ud	Arnés amarre dorsal/torsal con doble regulación	62,33 €	934,95 €
15,00	Ud	Cinturón de sujeción y retención	19,56 €	293,40 €
15,00	Ud	Distanciador de sujeción con regulador 2m. 16 mm	23,10 €	346,50 €
15,00	Ud	Eslinga amarre de 12 mm. 1 m. anillo más mosquetón	23,56 €	353,40 €

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
15,00	Ud	Eslinga amarre de 12 mm. 2 m. anillo más mosquetón	25,00 €	375,00 €
Total Protecciones Individuales				10.002,75 €
Protecciones Colectivas				
Señalizaciones				
15,00	Ud	Señal de STOP tipo octogonal de D=600 mm normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incl. parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	76,23 €	1.143,45 €
15,00	Ud	Cartel indicativo de riesgo de 0,3x0,3 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	73,00 €	1.095,00 €
Balizamiento				
2.500,00	Ud	Valla de obra de 800x200mm de una banda con trípode, terminación en pintura normal, dos colores rojo y blanco, colocación y desmontado.	6,81 €	17.025,00 €
10.000,00	ml	Cinta corrida de balizamiento plástica pintada, dos colores roja y blanca, i. colocación y desmontado.	0,20 €	2.000,00 €
Total Protecciones Colectivas				21.263,45 €
Protección Contra Incendios				
10,00	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 21A/113B, de 6 kg.	33,21 €	332,10 €
10,00	Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/144B, de 9 kg.	45,35 €	453,50 €
10,00	Ud	Placa de señalización interior para indicación de medidas de salvamento y vías de evacuación.	8,74 €	87,40 €
15,00	Ud	Luminaria de emergencia con difusor de policarbonato y cuerpo de ABS, con lámparas de bajo consumo y alto rendimiento luminoso.	61,10 €	916,50 €
15,00	Ud	Bloque autónomo de luminaria de emergencia, incluyendo baterías, lámparas, reactancias, y demás equipos necesarios.	50,96 €	764,40 €
Total Protección Contra Incendios				2.553,90 €
Formación y Seguridad				
Formación				
100,00	h	Servicio de prevención de seguridad y salud.	13,65 €	1.365,00 €
150,00	h	Formación en seguridad y salud en el trabajo.	13,65 €	2.047,50 €
24,00	Ud	Reunión mensual del comité de seguridad y salud en el trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formada por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de especialista u oficial 2ª y un vigilante con categoría de oficial 1ª.	65,01 €	1.560,24 €
Medidas Preventivas de Seguridad y Equipamiento Sanitario				
25,00	Ud	Reconocimiento médico obligatorio.	63,36 €	1.584,00 €
10,00	Ud	Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco con contenidos mínimos obligatorios. Colocado	102,12 €	1.021,20 €
6,00	Ud	Reposición del material sanitario del botiquín de urgencia	63,23 €	379,38 €

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio unitario (€)	Total (€)
3,00	Ud	Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, colocada.	36,50 €	109,50 €
1,00	Ud	Camilla portátil de evacuaciones, colocada.	120,00 €	120,00 €
Total Formación y Seguridad				8.186,82 €

Total Presupuesto de Seguridad y Salud	42.006,92 €
Gastos generales (13%)	5.460,90 €
Beneficio Industrial (6%)	2.848,07 €
IVA (21%)	10.566,34 €
TOTAL	60.882,23 €

Colmenar Viejo, Diciembre de 2022

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial

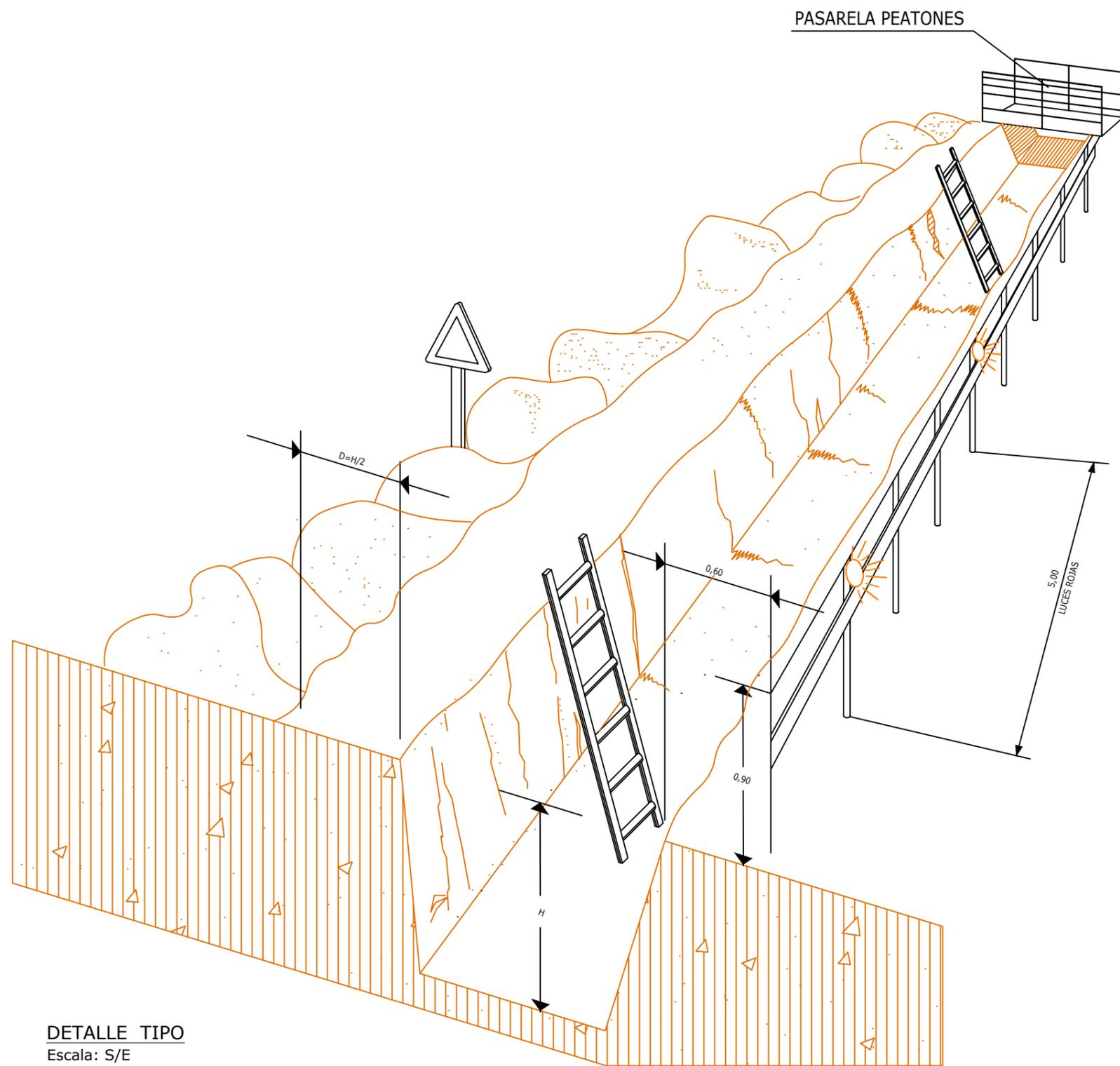


Fdo. Daniel Corroero Cabrera
Colegiado 7.426

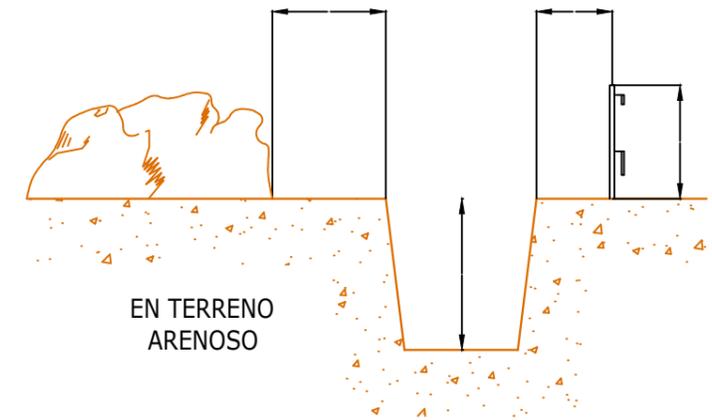
Planos

Índice de Planos:

- Plano nº 1: Protección en Zanjas
- Plano nº 2: Elementos Auxiliares y Maquinarias
- Plano nº 3: Código de Señales de Maniobras
- Plano nº 4: Señales de Advertencia de Peligro
- Plano nº 5: Señales de Obligación / EPIs
- Plano nº 6: Señales de Prohibición
- Plano nº 7: Señales de Información de Seguridad



DETALLE TIPO
Escala: S/E



SECCIÓN TIPO
Escala: S/E

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "LAS PRIETAS" E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN EN EL T.M. DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

PLANO: **1**
Hoja 1 de 1

PLANO DE: **Protección de zanjas**

ESCALA: **S/E**

ingnova
PROYECTOS

heliosolar

PROMOTOR:
SOCIEDAD DE EXPLOTACIÓN FOTOVOLTAICA KAPA S.L.

Dic. 2022

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colég. 1.617) **MANUEL CAÑAS MAYORDOMO**
INGENIERO INDUSTRIAL (colég. 7.426) **DANIEL CORRERO CABRERA**

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA (Pala mixta)

NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohibirá transportar personas en el interior de la cuchara.
- Se prohibirá izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Se prohibirá arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.
- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohíbe en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.
- Se prohibirá en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se prohibirá realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.
- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.



ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

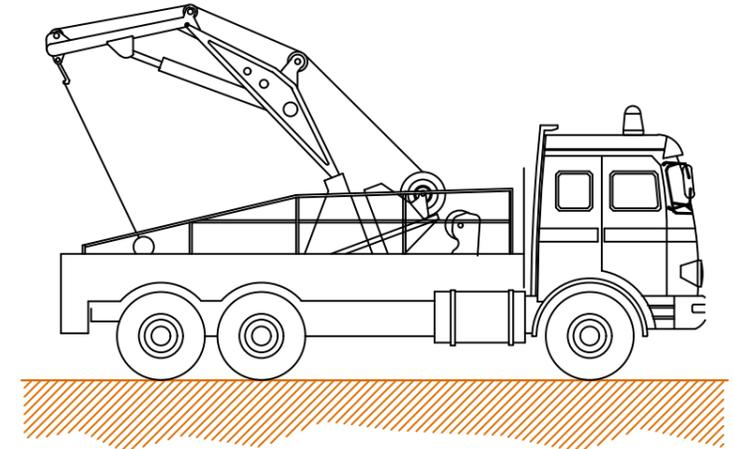


NO



SI

ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA (Camión grúa de carga-descarga)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.
- Los ganchos de la grúa tendrán cerradura de seguridad.
- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.
- El gruista tendrá en todo momento la carga suspendida a la vista. Si eso no es posible las maniobras serán dirigidas por un especialista.
- Las rampas de circulación no superarán en ningún caso una inclinación superior al 20%.
- Se prohibirá estacionar el camión a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.
- Se prohibirá arrastrar cargas con el camión.
- Se prohibirá la permanencia de personas a distancias inferiores a los 5 metros del camión.
- Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.
- El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.
- Se extremarán las precauciones durante las maniobras de suspensión de objetos estructurales para su colocación en obra, ya que habrán operarios trabajando en el lugar, y un pequeño movimiento inesperado puede provocar graves accidentes.
- No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "LAS PRIETAS" E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN EN EL T.M. DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

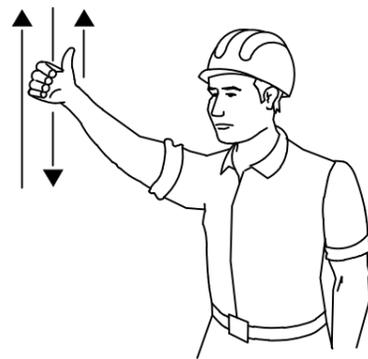
PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:	
2	Elementos auxiliares y maquinaria	S/E	
Hoja 1 de 1		PROMOTOR:	
		SOCIEDAD DE EXPLOTACIÓN FOTOVOLTAICA KAPA S.L.	Dic. 2022
		INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colég. 1.617)	INGENIERO INDUSTRIAL (colég. 7.426)
		MANUEL CAÑAS MAYORDOMO	DANIEL CORRERO CABRERA

CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

1 LEVANTAR LA CARGA



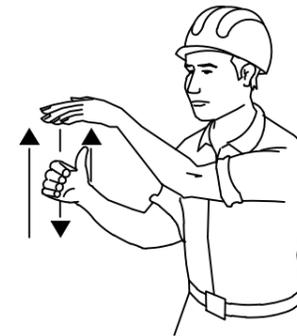
2 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA



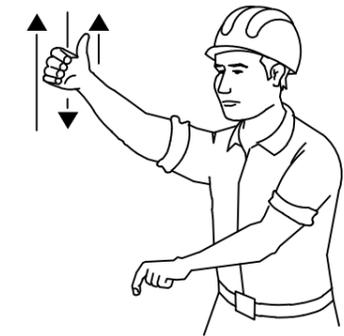
3 LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE



4 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



5 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA Y BAJAR LA CARGA



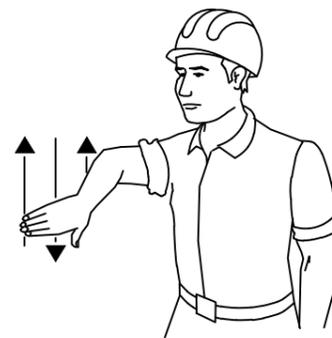
6 BAJAR LA CARGA



7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE



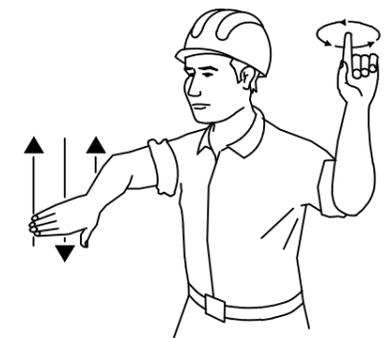
8 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA



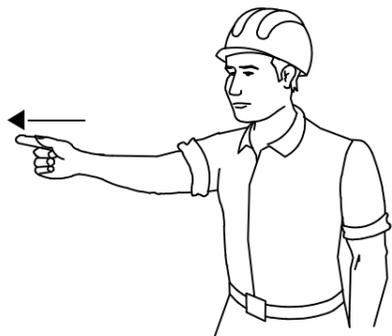
9 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



10 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA



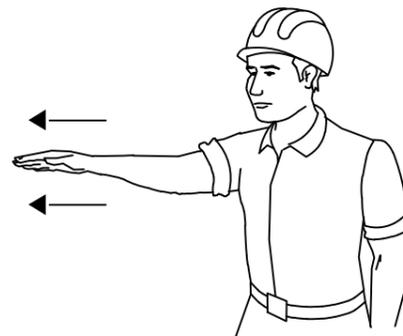
11 GIRAR EL AGUILÓN EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL DEDO



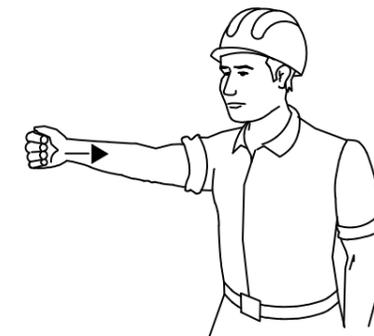
12 AVANZAR EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL SEÑALISTA



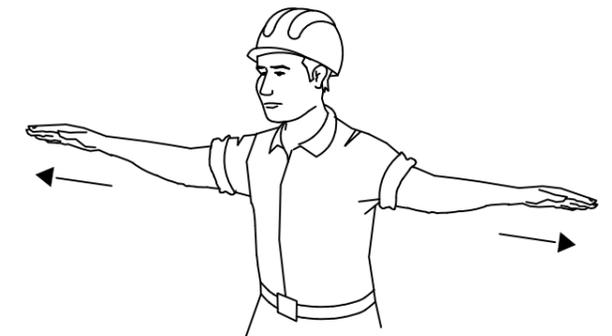
13 SACAR PLUMA



14 METER PLUMA



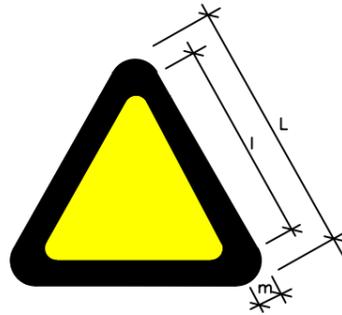
15 PARAR



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "LAS PRIETAS" E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN EN EL T.M. DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

3	PLANO DE:	Códigos de señales de maniobras	ESCALA:	1/2.500
Hoja 1 de 1		PROMOTOR:	SOCIEDAD DE EXPLOTACIÓN FOTOVOLTAICA KAPA S.L.	
			Dic. 2022	 <small>INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colég. 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO</small> <small>INGENIERO INDUSTRIAL (colég. 7.426) DANIEL CORRERO CABRERA</small>

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



COLOR DE FONDO: AMARILLO (*)
BORDE: NEGRO (*) (EN FORMA DE TRIÁNGULO)
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

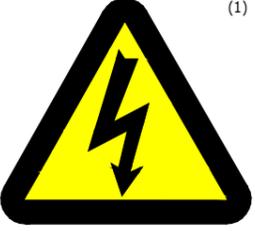
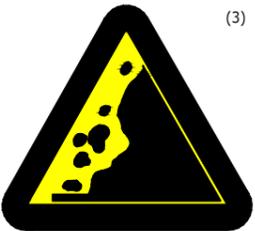
(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

DIMENSIONES (mm.)		
L	l	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO

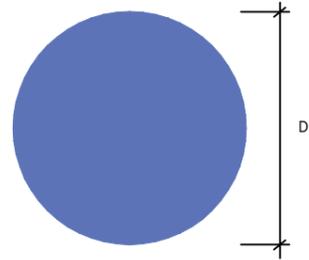
(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

SEÑAL						
Nº	B-3-1	B-3-2	B-3-3	B-3-4	B-3-5	B-3-6
REFERENCIA	PRECAUCION	PRECAUCION PELIGRO DE INCENDIO	PRECAUCION PELIGRO DE EXPLOSION	PRECAUCION PELIGRO DE CORROSION	PRECAUCION PELIGRO DE INTOXICACION	PRECAUCION PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	LLAMA	BOMBA EXPLOSIVA	LIQUIDO QUE CAE GOTA A GOTA SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS	FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACION 417B DE LA CEI)(=UNE 20-557/1)
SEÑAL						
Nº	B-3-7	B-3-8	B-3-9	B-3-10	B-3-11	
REFERENCIA	PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO	PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL	PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRAFICO	DESPRENDIMIENTO EN TALUD	MAQUINA EXCAVADORA	CAIDA AL MISMO NIVEL	CAIDA A DISTINTO NIVEL	OBJETOS CAYENDO	CARGA SUSPENDIDA

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "LAS PRIETAS" E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN EN EL T.M. DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:	
4	Señales de advertencia de peligro	S/E	
Hoja 1 de 1	 	PROMOTOR:	
		SOCIEDAD DE EXPLOTACIÓN FOTOVOLTAICA KAPA S.L.	Dic. 2022
		 INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg. 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO	 INGENIERO INDUSTRIAL (coleg. 7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACIÓN



COLOR DE FONDO: AZUL (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

DIMENSIONES (mm.)
D
594
420
297
210
148
105

NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

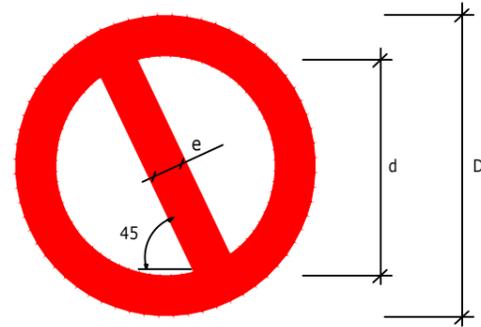
SEÑAL	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)
Nº	B-2-1	B-2-2	B-2-3	B-2-4	B-2-5
REFERENCIA	OBLIGACION EN GENERAL	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO
CONTENIDO GRAFICO	SIGNO DE ADMIRACION	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO	CABEZA PROVISTA DE CASCO	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES
SEÑAL	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)
Nº	B-2-6	B-2-7	B-2-8	B-2-9	B-2-10
REFERENCIA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACION OBLIGATORIA DE PUNTAS	USO OBLIGATORIO CINTURON DE SEGURIDAD	USO DE GAFAS O PANTALLAS
CONTENIDO GRAFICO	GUANTES DE PROTECCION	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLON DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA	CINTURON DE SEGURIDAD	GAFAS Y PANTALLA



PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "LAS PRIETAS" E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN EN EL T.M. DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:	
5	Señales de obligación	S/E	
Hoja 1 de 1		PROMOTOR:	
		SOCIEDAD DE EXPLOTACIÓN FOTOVOLTAICA KAPA S.L.	Dic. 2022
		INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (colég. 1.617)	INGENIERO INDUSTRIAL (colég. 7.426)
		MANUEL CAÑAS MAYORDOMO	DANIEL CORRERO CABRERA

**FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE
SEÑALES DE PROHIBICIÓN.**



DIMENSIONES (mm.)		
D	d	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

COLOR DE FONDO: BLANCO (*)
BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (*)
SÍMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

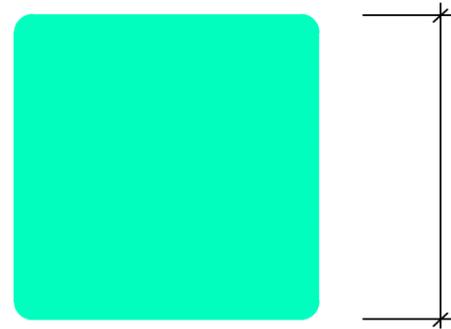
(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115
Y UNE 48-103

SEÑAL	(1)	(1)	(2)	(1)	(3)	(3)
Nº	B-1-1	B-1-2	B-1-3	B-1-4	B-1-5	B-1-6
REFERENCIA	PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS; PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES	PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
CONTENIDO GRAFICO	CIGARRILLO ENCENDIDO	CERILLA ENCENDIDA	PERSONA CAMINANDO	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

**SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A
LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.**



COLOR DE FONDO: VERDE (*)
SÍMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115
Y UNE 48-103

SEÑAL	⁽¹⁾	⁽¹⁾	⁽³⁾	⁽³⁾
Nº	B-4-1	B-4-2	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION

NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO
POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

Anejo 6: Fichas técnicas equipos

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MW
Capacidad de acceso: 5,00 MW

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Diciembre 2022

ÍNDICE

1. PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA 3

2. LÍNEA DE EVACUACIÓN 4

1. Planta Solar Fotovoltaica

Hi-MO 5

LR5-72HBD 520~545M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M10 Gallium-doped Wafer
 - Smart Soldering
 - 9-busbar Half-cut Cell
- Globally validated bifacial energy yield
- High module quality ensures long-term reliability

12

12-year Warranty for Materials and Processing

30

30-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2008: ISO Quality Management System

ISO 14001:2004: ISO Environment Management System

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety

LONGI



21.3%
MAX MODULE
EFFICIENCY

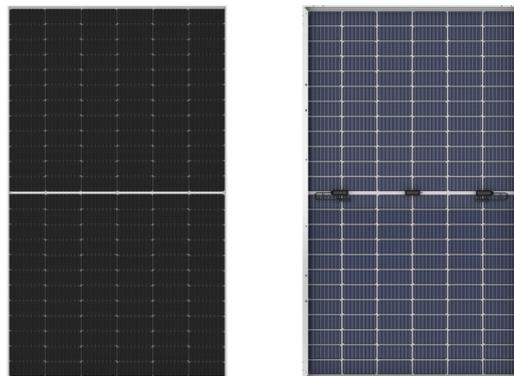
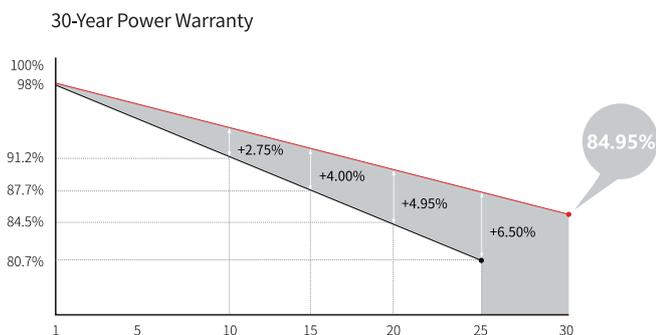
0~+5W
POWER
TOLERANCE

<2%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.45%
YEAR 2-30
POWER DEGRADATION

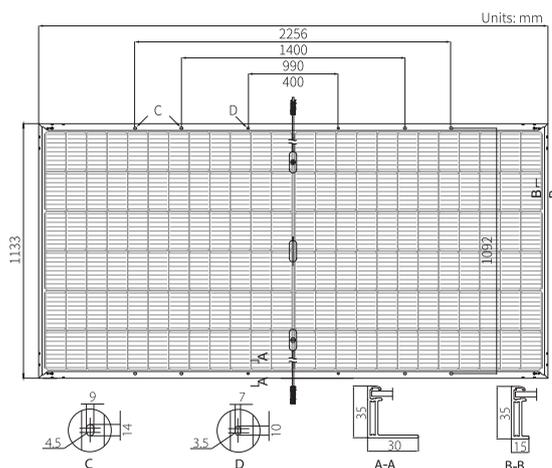
HALF-CELL
Lower operating temperature

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , positive 400 / negative 200mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	32.3kg
Dimension	2256×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC



Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m² 25°C Test uncertainty for Pmax: ±3%

	520	525	530	535	540	545
Power Class	520	525	530	535	540	545
Maximum Power (Pmax/W)	520	525	530	535	540	545
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.90	49.05	49.20	49.35	49.50	49.65
Short Circuit Current (Isc/A)	13.57	13.65	13.71	13.78	13.85	13.92
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.05	41.20	41.35	41.50	41.65	41.80
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.67	12.75	12.82	12.90	12.97	13.04
Module Efficiency(%)	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	30A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 29
Bifaciality	70±5%

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.284%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C

SG250HX New

Multi-MPPT String Inverter for 1500 Vdc System



HIGH YIELD

- 12 MPPTs with max. efficiency 99%
- Compatible with bifacial module
- Built-in Anti-PID and PID recovery function

LOW COST

- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Power line communication (PLC)
- Q at night function

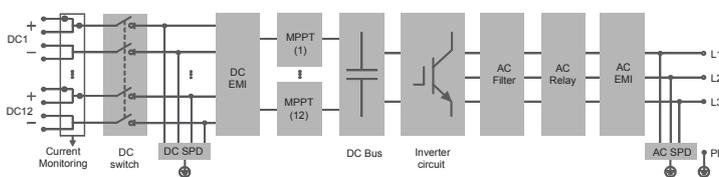
SMART O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Online IV curve scan and diagnosis*
- Fuse free design with smart string current monitoring

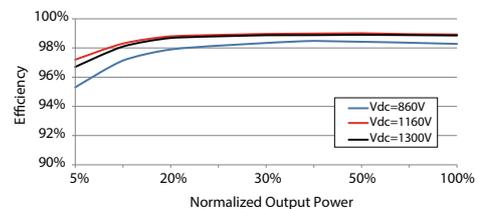
PROVEN SAFETY

- IP66 and C5 protection
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE



Type designation	SG250HX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	600 V / 600 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	600 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of input connectors per MPPT	2
Max. PV input current	26 A *12
Max. current for input connector	30 A
Max. DC short-circuit current	50 A *12
Output (AC)	
AC output power	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	180.5 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 – 880V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency	99.0 %
European efficiency	98.8 %
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
An-ti PID and PID recovery function	Yes
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II
General Data	
Dimensions (W*H*D)	1051 * 660 * 363 mm
Weight	99kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	Amphenol UTX (Max. 6 mm ²)
AC connection type	OT/DT terminal (Max. 300 mm ²)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-3, EN 50549, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

*: Only compatible with Sungrow logger and iSolarCloud



MVS6300-LV

SUNGROW

Clean power for all

MV Turnkey Station for 1500 Vdc String Inverter SG250HX



SAVED INVESTMENT

- Up to 7 MW block design
- Easy transportation due to standard container design

SAFETY

- MV and LV isolated, with independent control room
- All key components front accessible, no need walk-in operation
- All pre-assembled for easy set-up and commissioning

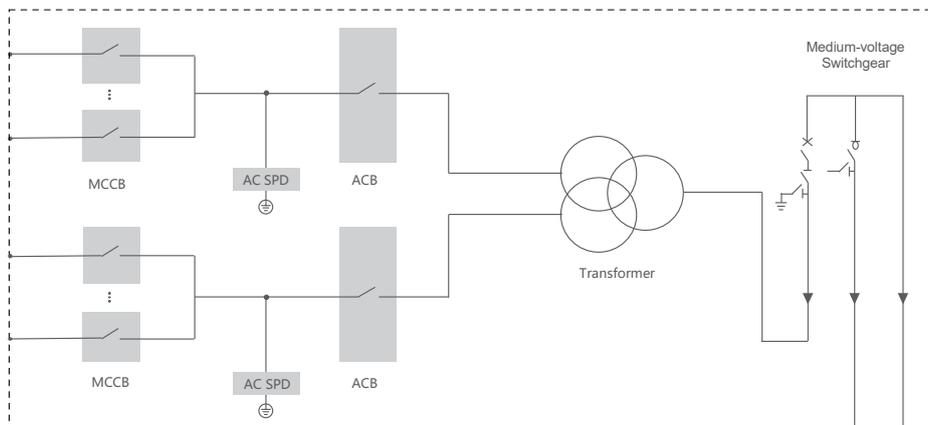
EASY O&M

- Online analysis for fast trouble shooting
- Modular design, main devices easy replacement

RELIABLE

- All components have been type tested
- Compliance with standards: IEC 60076, IEC 62271, IEC 61439

CIRCUIT DIAGRAM



Type designation	MVS6300-LV
Transformer	
Transformer type	Oil immersed
Rated power	6300 kVA @ 40 °C
Max. power	7000 kVA @ 30 °C
Vector group	Dy11y11
LV / MV voltage	0.8 kV / 20 – 35 kV
Maximun input current at nominal voltage	2525 A * 2
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Tapping on HV	0, ±2 * 2.5 %
Peak efficiency index	99.51 %
Cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Impedance	7 % (±10 %)
Oil type	Mineral oil (PCB free)
Winding material	Al / Al
Insulation class	A
MV Switchgear	
Insulation type	SF6
Rate voltage	24 – 36 kV
Rate current	630 A
Internal arcing fault	IAC AFL 20kA / 1s
Qty.of feeder	3 feeders
LV Panel	
ACB specification	3200 A / 800 Vac / 3 P, 2 pcs
MCCB specification	250 A / 800 Vac / 3P, 28 pcs
Protection	
AC input protection	Circuit breaker
Transformer protection	Oil-temperature, Oil-level, Oil-Pressure
Relay protection	50 / 5I,50N / 51N
LV overvoltage protection	AC Type II (Optional: AC Type I+II)
General Data	
Dimensions (W*H*D)	6058*2896*2438 mm
Approximate weight	22 T
Operating ambient temperature range	-20 to 60 °C (optional: -30 to 60 °C)
Auxiliary power supply	5 kVA / 400 V (optional: max. 40 kVA)
Degree of protection	IP54
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 95 %
Operating altitude	1000 m (standard) / > 1000 m (optional)
Communication	Standard: RS485, Ethernet, Optical fiber
Compliance	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, IEC 61439-1, EN50588-1

MONOLine⁺

1P

IN-HOUSE
MANUFACTURING

* providing local content if required

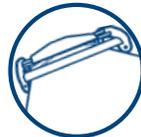


BIFACIAL
OPTIMIZED



PV CLEANER
TESTED

Certified by module manufacturer



ADAPTED TO
XXL MODULES



ADAPTED TO
MICRO TILT



TERRAIN
RESPONSE



MADE WITH
Magnelis®
*Optional



GENERAL SPECIFICATIONS

Tracker	Independent-row horizontal single-axis
Maximum length	100 m
Maximum width	2.5 m
Module configuration	1 module in portrait
Rotational range	E-W: +/- 60°
Motor per MWp	Depending on the size, the type of the module and the number of modules per string. 1 motor per row. (Maximum 100 meters length)
Ground cover ratio	30-50%
Modules supported	All market available modules
Slope tolerance	N-S: up to 23.5% E-W: unlimited
Module attachment	By bolts and nuts, rivet or clamps for frameless modules
Allowable wind load	Tailored to site specific conditions
Wind alarm	Controlled by ultrasonic anemometer
Prepared for XXL modules	

COMMUNICATIONS & CONTROL

Solar tracking method	Astronomical algorithm
Control System	Central control unit connected to plant SCADA Redundant wireless gateways to guarantee communications Self-powered DC Motor Drive Box with auxiliary panel
SCADA interface	Modbus TCP or OPC UA
Communication Network	Wireless (LoRaWAN)
Nighttime stow	Configurable
Backtracking & diffuse sensors	Adaptative Backtracking 3D & Diffuse Light Optimization (optional)

INSTALLATION & SERVICE

On-site training and commissioning

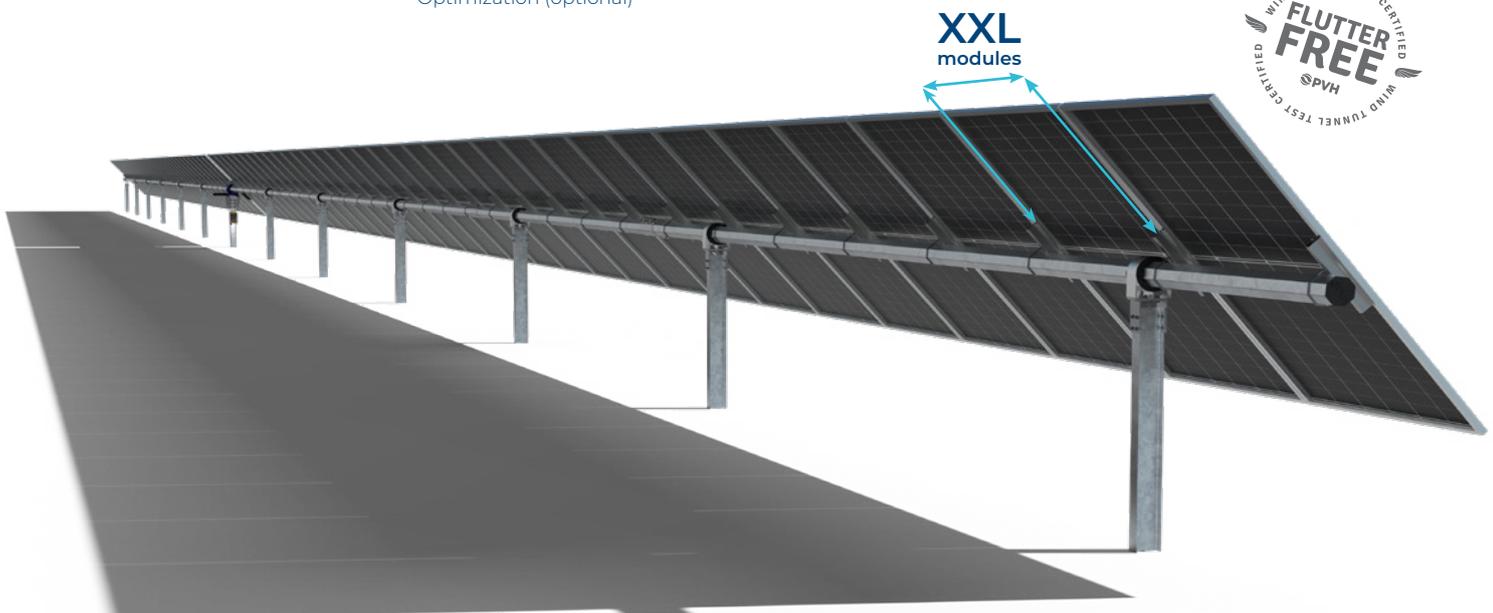
Warranty

Structure: 10 years

Electromechanical components: 5 years

PV Cleaner Optional

Certifications UL 3703, IEC 62817





TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

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

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible)

según UNE-EN 60228
e IEC 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos

Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.



D_{ca} - s2, d2, a2

APLICACIONES

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





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

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



Norma de referencia

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



Certificaciones

Certificados

CE
TÜV
EN
RoHS



D_{ca} - s2, d2, a2



Características térmicas

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



Características frente al fuego

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



Características mecánicas

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



Características químicas

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



Resistencia a los rayos Ultravioleta

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



Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



Vida útil

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



Otros

Marcaje: metro a metro.



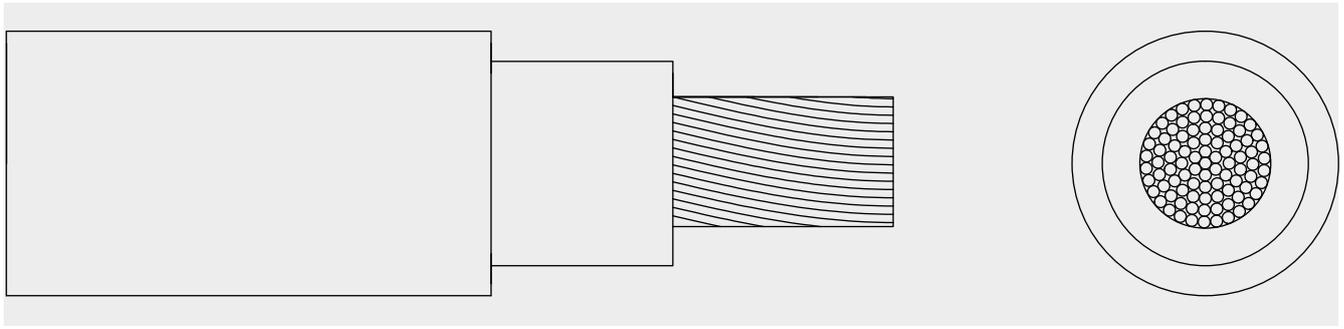
Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.



Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



DIMENSIONES

Sección (mm)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre (A)	Int. Sobre Superficie (A)	Int. Adyacente a Superficie (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 2,5	4,8	42	41	39	33	23,0
1 x 4	5,3	57	55	52	44	14,3
1 x 6	5,9	76	70	67	57	9,49
1 x 10	7,0	120	98	93	79	5,46
1 x 16	8,2	179	132	125	107	3,47
1 x 25	10,8	294	176	167	142	2,23
1 x 35	11,9	390	218	207	176	1,58

Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.

Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo.

Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable y en la Declaración de Prestaciones (DoP).

Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com



E_{ca}

APPLICATION

TOPSOLAR[®] PV DC Feeder Aluminium cable is suitable for all types of underground and open air solar installations. This cable is recommended for connections between string boxes and photovoltaic inverters in large scale rooftops or ground farms.

- Solar PV installations.
- Heavy impact and armoured versions also available.

CONSTRUCTION

Conductor

Aluminium conductor, class 2 according to EN 60228 and IEC 60228.

Insulation

Cross-linked polyethylene insulation, type XLPE according to IEC 60502-1. Natural colour.

Outer sheath

Special UV resistant PVC, type ST2 according to IEC 60502-1. Black colour.

CHARACTERISTICS

⚡ Electrical performance

Low voltage: 1,5/1,5 (1,8) kV DC according to EN 50618.
1,8/3 (3,6) kV AC according to IEC 60502-1.

🌡 Thermal performance

Maximum service temperature: 90°C.
Maximum short-circuit temperature: 250°C (max. 5 s).
Minimum service temperature: -40°C (fixed and protected installations).
Minimum installation and handling temperature: 0°C (on cable surface).

🔥 Fire performance

Flame non-propagation according to EN 60332-1 and IEC 60332-1.
Reaction to fire CPR: E_{ca}, according to EN 50575
Reduced halogen emission. Chlorine <15%.

⤵ Mechanical performance

Minimum bending radius: 5x cable diameter.
Impact resistance: AG2 Medium severity.

🌍 Environmental performance

Chemical resistance: Good.
Grease & mineral oils resistance: Good.
UV Resistant according to EN 50618 and HD 605/A1.
Water resistance: AD8 Submersion.

STANDARDS / COMPLIANCE

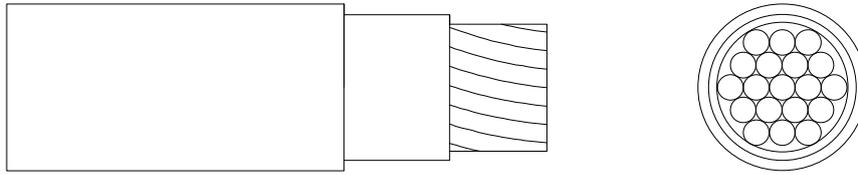
📄 According to
IEC 60502-1

🌐 Standards and approvals
CE / RoHS.

🏠 CPR (Construction Products Regulation)
E_{ca}



DIMENSIONES E INTENSIDADES ADMISIBLES



Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (kg/km)	R ₂₀ °C (Ω/km)	Aire libre (A) ¹	Enterrado (A) ²	Caída tensión (V/A · km)
1 x 16	11,1	140	1,910	87	76	4,894
1 x 25	12,2	175	1,200	121	98	3,075
1 x 35	13,4	215	0,868	150	117	2,225
1 x 50	14,5	255	0,641	184	139	1,643
1 x 70	16,6	340	0,443	237	170	1,135
1 x 95	17,7	425	0,320	289	204	0,820
1 x 120	19,3	520	0,253	337	233	0,648
1 x 150	20,7	610	0,206	389	261	0,528
1 x 185	22,5	740	0,164	447	296	0,420
1 x 240	24,9	930	0,125	530	343	0,320
1 x 300	27,0	1.095	0,100	613	386	0,256
1 x 400	30,0	1.395	0,0778	740	444	0,199
1 x 500	34,3	1.755	0,0605	856	510	0,155
1 x 630	38,4	2.225	0,0469	996	588	0,120
2 x 240	50,2	3.510	0,125	470	343	0,320
3 x 1 x 240	53,5	2.810	0,125	466	257	0,320
4 x 95	42,0	2.300	0,320	257	204	0,820
4 x 120	46,1	2.800	0,253	300	233	0,648
4 x 150	49,3	3.320	0,206	346	261	0,528
4 x 1 x 120	46,5	2.100	0,253	296	195	0,648
4 x 1 x 150	49,9	2.465	0,206	342	196	0,528
4 x 1 x 240	60,0	3.745	0,125	466	257	0,320

¹ Método de referencia F para cables unipolares y método E para cables multiconductores según IEC 60364-5-52 al aire libre a 30 °C de temperatura ambiente.

² Método de referencia D2 según IEC 60364-5-52. Directamente enterrados a 0,7 m de profundidad con una resistividad térmica del suelo de 2,5 K-m/W y 20°C de temperatura del suelo.

³ A temperatura máxima de servicio y $\cos\phi=1$.

Para todos los cables se supone un circuito monofásico.

2. Línea de evacuación



PREFABRICADOS SAN BLAS, S.A.

C.I.F. A-18047720



UNE EN ISO 9001
EMPRESA
CERTIFICADA
Nº DCA-1243-AQ-2002

SANBLAS Nº 80 • 18.650 DÚRCAL (GRANADA) TELÉF.: 958781072 • FAX: 958780304 www.prefabricadossanblas.com E-mail: info@prefabricadossanblas.com

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICA

ARQUETAS ELECTRICIDAD tipo A1

CROQUIS	MODELO	DIM. BOCA (mm)		PESO (kg)	USO
		Long.	Anch.		
<p>ALZADO</p> <p>PERFIL</p> <p>COTAS EN mm</p>	Tipo A-1 H-80	625	535	480	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-105	625	535	620	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-120	625	535	760	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
	Tipo A-1 H-150	625	535	970	Canalizaciones subterráneas de MT y BT
<p>ALZADO</p> <p>PERFIL</p> <p>COTAS EN mm</p>	Tipo A-1 RECTA H-80	660	560	450	Canalizaciones subterráneas de MT y BT

Edición: 01

Fecha: 19/06/2013

Nota: Estas especificaciones pueden sufrir modificaciones como consecuencia de cambios en la normativa vigente o bien por mejoras de las mismas.



PREFABRICADOS SAN BLAS, S.A.

C.I.F. A-18047720

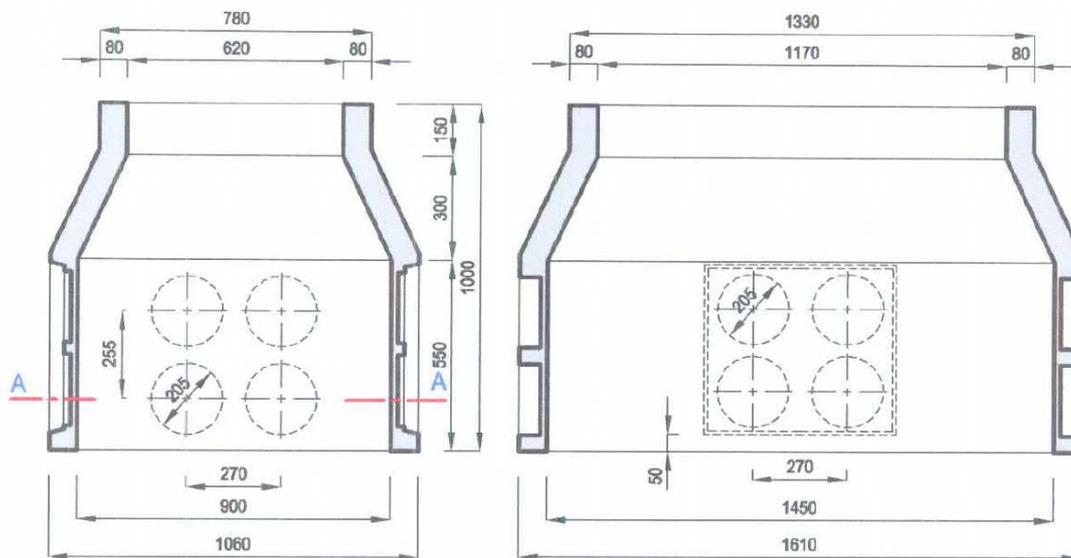


UNE EN ISO 9001
EMPRESA
CERTIFICADA

Nº DCA-1243-AQ-2002

SANBLAS Nº 80 • 18.650 DÚRCAL (GRANADA) TELÉF.: 958781072- • FAX: 958780304 www.prefabricadossanblas.com E-mail: info@prefabricadossanblas.com

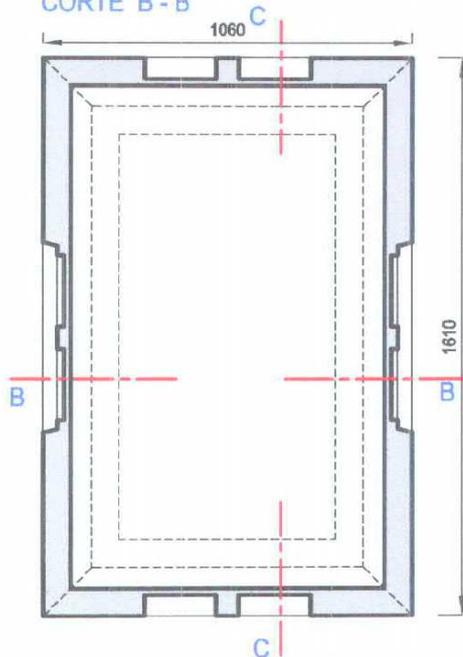
FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



CORTE B - B

CORTE C - C

COTAS EN mm



CORTE A - A



ARQUETA DE HORMIGON Tipo A-2

MODELO	USO	DIMENSIONES DE LA BOCA (mm)		PESO (kg)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DEL HORMIGON
		Longitud	Anchura		
Tipo A-2 H-100	Canalizaciones subterráneas de MT y BT	1170	620	840	> 300 kg/cm ²
Edición:	01	Fecha:		19/06/2013	

Nota: Estas especificaciones pueden sufrir modificaciones como consecuencia de cambios en la normativa vigente o bien por mejoras de las mismas.

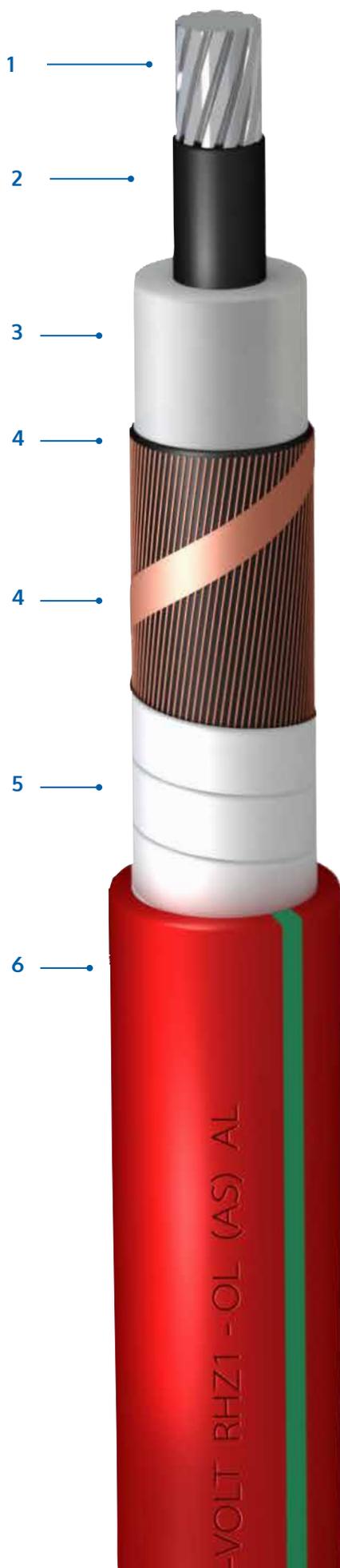


X-VOLT RHZ1 (AS) AL/OL/2OL

Cable de Media Tensión de aluminio, con aislamiento de XLPE, libre de halógenos y no propagador del incendio.

Norma de referencia: UNE-HD 620-10E (tipo 10E-1) / IEC 60502-2.

DISEÑO



1. Conductor

Conductor de aluminio, clase 2, según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Opcionalmente, con obturación longitudinal (cables tipo -2OL)."

2. Pantalla semiconductor interna

Material semiconductor termoestable aplicado sobre el conductor.

3. Aislamiento

Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.

4. Pantalla semiconductor externa

Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable.

4. Pantalla metálica

Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm².

5. Obturación longitudinal

Cinta higroscópica recubriendo totalmente la pantalla (cables tipo -OL y -2OL).

(Capa adicional)

(Eventual, en función de las configuraciones.)

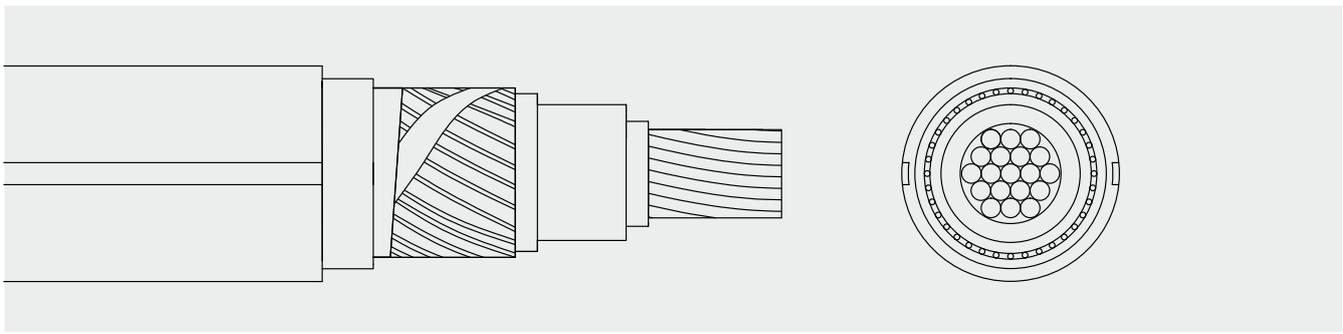
6. Cubierta exterior

Poliolefina ignifugada y libre de halógenos, de color rojo con dos franjas verdes.

APLICACIONES

Cable de aluminio para el transporte y distribución de energía en redes de media tensión. Libre de halógenos. Cable de alta seguridad (AS) no propagador del incendio.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

MEDIA TENSIÓN 6/10 kV, 8,7/15 kV, 12/20 kV y 18/30 kV.



Norma de referencia

UNE-HD 620-10E (tipo 10E-1) / IEC 60502-2.



Normas y certificaciones

Certificados
AENOR



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -15 °C



Características frente al fuego

No propagación de la llama: según UNE-EN 60332-1.
No propagación del incendio:
según UNE-EN 60332-3-23 (cat.B)
Libre de halógenos: según UNE-EN 60754.
Baja emisión de humos: según UNE-EN 61034.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 15 x diámetro exterior.
Resistencia a abrasión
Resistencia al desgarro



Características químicas

Resistencia a los rayos ultravioleta: UNE 211605.



Otros

Marcaje: metro a metro.



Condiciones de instalación

Al aire
Enterrado
Entubado
En galerías



Aplicaciones

Redes de distribución.



Intensidades máximas admisibles según UNE 211 435.

Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en la Norma UNE 211 435.

Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable.

Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com

DIMENSIONES

6 / 10 kV

Sección (mm ²)	DIMENSIONES				DATOS ELÉCTRICOS		INTENSIDADES MÁXIMAS	
	Ø Cond. (mm)	Ø Ais. (mm)	Ø Ext. (mm)	Peso (Kg/Km)	X (Ω/km a 50 Hz)	C (μF/km)	Al aire (40°C) (A)	Enterrados (25°C) (A)
1x50	8,3	16,5	30,6	967	0,141	0,245	170	140
1x70	9,8	18,0	32,1	1071	0,134	0,275	210	170
1x95	11,3	19,5	33,6	1183	0,128	0,304	255	205
1x120	12,6	20,8	34,9	1301	0,123	0,329	295	235
1x150	14,0	22,2	36,3	1407	0,119	0,357	335	260
1x185	15,6	23,8	38,9	1635	0,117	0,388	385	295
1x240	18,0	26,2	41,3	1859	0,111	0,434	455	345
1x300	20,3	28,5	43,6	2106	0,107	0,478	520	390
1x400	23,4	31,6	46,7	2436	0,103	0,538	610	445
1x500	27,0	35,2	50,3	2836	0,098	0,608	720	510
1x630	32,0	40,2	55,3	3449	0,094	0,704	840	580
1x800	34,0	42,2	57,3	3920	0,092	0,742	975	665
1x1000	39,0	47,2	62,3	4724	0,089	0,838	1130	755

8,7 / 15 kV

1x50	8,3	18,7	32,8	1070	0,145	0,199	170	140
1x70	9,8	20,2	34,3	1179	0,138	0,221	210	170
1x95	11,3	21,7	35,8	1295	0,132	0,243	255	205
1x120	12,6	23,0	37,5	1444	0,128	0,263	295	235
1x150	14,0	24,4	38,9	1555	0,123	0,283	335	260
1x185	15,6	26,0	41,1	1765	0,120	0,307	385	295
1x240	18,0	28,4	43,5	1997	0,115	0,342	455	345
1x300	20,3	30,7	45,8	2251	0,110	0,376	520	390
1x400	23,4	33,8	48,9	2590	0,105	0,421	610	445
1x500	27,0	37,4	52,5	3003	0,101	0,474	720	510
1x630	32,0	42,4	57,5	3631	0,096	0,547	840	580
1x800	34,0	44,4	59,5	4109	0,094	0,576	975	665
1x1000	39,0	49,4	64,5	4929	0,091	0,648	1130	755

12 / 20 kV

1x50	8,3	20,7	34,8	1169	0,149	0,172	170	140
1x70	9,8	22,2	36,7	1308	0,142	0,191	210	170
1x95	11,3	23,7	38,2	1431	0,136	0,209	255	205
1x120	12,6	25,0	40,1	1599	0,132	0,225	295	235
1x150	14,0	26,4	41,5	1716	0,127	0,242	335	260
1x185	15,6	28,0	43,1	1890	0,123	0,261	385	295
1x240	18,0	30,4	45,5	2128	0,117	0,290	455	345
1x300	20,3	32,7	47,8	2389	0,113	0,318	520	390
1x400	23,4	35,8	50,9	2737	0,108	0,355	610	445
1x500	27,0	39,4	54,5	3160	0,103	0,398	720	510
1x630	32,0	44,4	59,5	3803	0,098	0,458	840	580
1x800	34,0	46,4	61,5	4287	0,096	0,482	975	665
1x1000	39,0	51,4	66,5	5121	0,093	0,542	1130	755

18 / 30 kV

1x50	8,3	25,7	40,2	1472	0,158	0,134	170	140
1x70	9,8	27,2	42,3	1642	0,151	0,147	210	170
1x95	11,3	28,7	43,8	1776	0,145	0,160	255	205
1x120	12,6	30,0	45,1	1914	0,139	0,171	295	235
1x150	14,0	31,4	46,5	2041	0,135	0,183	335	260
1x185	15,6	33,0	48,1	2226	0,130	0,197	385	295
1x240	18,0	35,4	50,5	2482	0,124	0,217	455	345
1x300	20,3	37,7	52,8	2759	0,119	0,236	520	390
1x400	23,4	40,8	55,9	3130	0,114	0,262	610	445
1x500	27,0	44,4	59,5	3579	0,109	0,292	720	510
1x630	32,0	49,4	64,5	4257	0,103	0,333	840	580
1x800	34,0	51,4	66,5	4756	0,101	0,350	975	665
1x1000	39,0	56,4	71,5	5626	0,097	0,391	1130	755

Anejo 7: Cronograma

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MW
Capacidad de acceso: 5,00 MW

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Innova Proyectos**

Diciembre 2022

ÍNDICE

1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN 3

1. Cronograma de ejecución

#	SEMANA	MES																																			
		1				2				3				4				5				6				7				8							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Trabajos Previos																																				
1.1	Ingeniería de detalle																																				
1.2	Desbroce																																				
1.3	Vallado perimetral																																				
2	Obra Civil																																				
2.1	Acceso principal																																				
2.2	Viales internos																																				
2.3	Sistema de drenaje																																				
2.4	Zanjas MT y BT																																				
3	Instalación Mecánica y Eléctrica																																				
3.1	Montaje de seguidores																																				
3.2	Montaje de módulos FV																																				
3.3	Instalación eléctrica de BT																																				
3.4	Centros de transformación e inversores																																				
3.5	Instalación eléctrica de MT																																				
3.6	Centro de seccionamiento																																				
3.7	Sistema de monitorización y control																																				
3.8	Sistema de seguridad y videovigilancia																																				
4	Línea de evacuación 20 kV																																				
4.1	Zanja de MT																																				
4.2	Instalación eléctrica de MT																																				
4.3	Puesta a tierra																																				
5	Puesta en Marcha																																				
5.1	Pruebas en frío																																				
5.2	Puesta en marcha																																				
5.3	Pruebas en caliente																																				

Anejo 8: Estudio de Gestión de Residuos

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MW

Capacidad de acceso: 5,00 MW

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Innova Proyectos**

Diciembre 2022

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE.....	3
2. LEGISLACIÓN NACIONAL	4
2.1. RESIDUOS.....	4
2.2. VERTIDOS.....	4
2.3. EMISIONES	5
2.4. GENERAL.....	5
3. DEFINICIONES.....	6
4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	10
5. REQUISITOS AMBIENTALES	12
5.1. REQUISITOS DE CARÁCTER GENERAL	12
5.2. CONDICIONADOS DE LOS ORGANISMOS DE LA ADMINISTRACIÓN	12
5.3. ÁREAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL O DE TRASIEGO DE COMBUSTIBLE.....	13
5.4. CAMBIOS DE ACEITES Y GRASAS	13
5.5. CAMPAMENTO DE OBRA	13
5.6. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	13
5.7. INCIDENTES CON CONSECUENCIAS AMBIENTALES	14
5.8. REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA LA OBRA CIVIL	14
5.9. ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA OBRA.....	14
6. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA	15
7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR	16
8. REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS	18
9. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.....	20
10. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.....	21
11. PRESCRIPCIONES A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO .	25

1. Justificación y alcance

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E N.º 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto es de aplicación a aquellos proyectos de obras de titularidad pública cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el Proyecto de Ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, 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.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del Proyecto.
- 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. considerando básicamente las fracciones:
 - Hormigón.
 - Ladrillos, tejas, cerámicos.
 - Metal
 - Madera
 - Vidrio
 - Plástico
 - Papel y cartón
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- 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.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del Proyecto en capítulo independiente.

2. Legislación nacional

2.1. Residuos

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 717/2010 de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 208/2005, de 25 de Febrero, sobre aparatos electrónicos y la gestión de sus residuos.
- Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de Abril, para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de Envases y Residuos de envases.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de Junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de Mayo, básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de Julio.
- Ley 11/1997, de 24 de Abril, de Envases y Residuos de Envases. (BOE 1 de Mayo de 1997)
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular
- Legislación específica Autonómica y local.

2.2. Vertidos

- Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.
- Real Decreto 29/2011, de 14 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas, y el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo, por el que se definen los ámbitos territoriales de los Organismos de cuenca y de los planes hidrológicos.

- Real Decreto 9/2005, de 14 de Enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y criterios y estándares para declaración suelos contaminados.
- Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Legislación específica Autonómica y local.

2.3. Emisiones

- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.
- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. (BOE 16 de noviembre 2007)
- Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.
- Real Decreto 1264/2005, de 21 de octubre, por el que se regula la organización y funcionamiento del Registro nacional de derechos de emisión.
- Ley 1/2005, de 9 de Marzo por la que se regula el régimen del Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero. (BOE 10 de Marzo de 2005).
- Legislación específica Autonómica y local.

2.4. General

- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de Enero.

- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. (BOE 24 octubre 2007).
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Ley 8/2007, de 28 de mayo, de suelo.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Real Decreto 509/2007, de 20 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- Ley 27/2006, de 18 de Julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Ley 16/2002, de 1 de Julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (BOE 2 de Julio de 2002).
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. (BOE 24 de Julio de 2001).
- Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas (BOE 29 de Julio de 1988).
- Legislación específica Autonómica y local.

3. Definiciones

- Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.
- Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

- **Residuos comerciales:** residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.
- **Residuos industriales:** residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.
- **Residuo peligroso:** residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.
- **Aceites usados:** todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.
- **Biorresiduo:** residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.
- **Residuo de construcción y demolición:** cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo de la Ley 22/2011, de 28 de julio, se genere en una obra de construcción o demolición.
- **Residuo inerte:** aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.
- **Obra de construcción o demolición:** Actividad consistente en:
 1. La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.

2. La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.

Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:

- Plantas de machaqueo,
- Plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento,
- Plantas de prefabricados de hormigón,
- Plantas de fabricación de mezclas bituminosas,
- Talleres de fabricación de encofrados,
- Talleres de elaboración de ferralla,
- Almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
- Plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.
- Obra menor de construcción o reparación domiciliaria: obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.
- Residuos urbanos o municipales: los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.
- Residuos peligrosos: aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.
- Prevención: el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.
- Productor de residuos de construcción y demolición:

La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración

de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

- Poseedor de residuos de construcción y demolición: la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.
- Gestor: la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.
- Gestión: la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.
- Reutilización: el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- Reciclado: la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.
- Valorización: todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- Tratamiento previo: proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.
- Eliminación: todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- Recogida: toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.
- Recogida selectiva: el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida

diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.

- **Almacenamiento:** el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.
- **Vertedero:** instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.
- **Suelo contaminado:** todo aquél cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

4. Características del proyecto

La Planta Solar Fotovoltaica Las Prietas se localiza en el término municipal de Colmenar Viejo(Madrid), ubicada al este del núcleo urbano de Colmenar Viejo. El fin de la instalación es la generación de energía eléctrica e inyección a la red en el nudo de distribución SET ARROYO ESPINO-COL(T) 20 kV.

Las coordenadas de referencia de la ubicación de la Planta son las siguientes:

Coordenadas UTM Huso 30	
X	435.986
Y	4.502.037

Tabla 1. Coordenadas de emplazamiento

Las parcelas catastrales en las que se ubicará la instalación fotovoltaica son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie (m ²)
Colmenar Viejo	57	17	28045A057000170000LB	147.252

Tabla 2. Datos catastrales

La superficie total de la parcela es 14,72 Ha, cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica mediante su cerramiento perimetral es de 9,98 Ha con una longitud de vallado de 1.148,59 m.

Como parte de las infraestructuras eléctricas de la Planta Solar, se dispondrá de una línea subterránea de media tensión en 20 kV que conecta el Centro de Seccionamiento del parque con las barras del CR ARROYO ESPINO-COL(T) propiedad de I-DE redes eléctricas inteligentes.

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación:

Línea de Evacuación	
Denominación de línea	LSMT 20 kV
Tipo de línea	Subterránea
Nivel de Tensión (kV)	20
Categoría	Tercera
Nudo del extremo de la red	CR ARROYO ESPINO-COL(T)
Nudo del extremo de generación	Centro de seccionamiento
Longitud (m)	918,43

Tabla 3. Información línea de evacuación

A continuación, se muestra una imagen con la localización del proyecto.

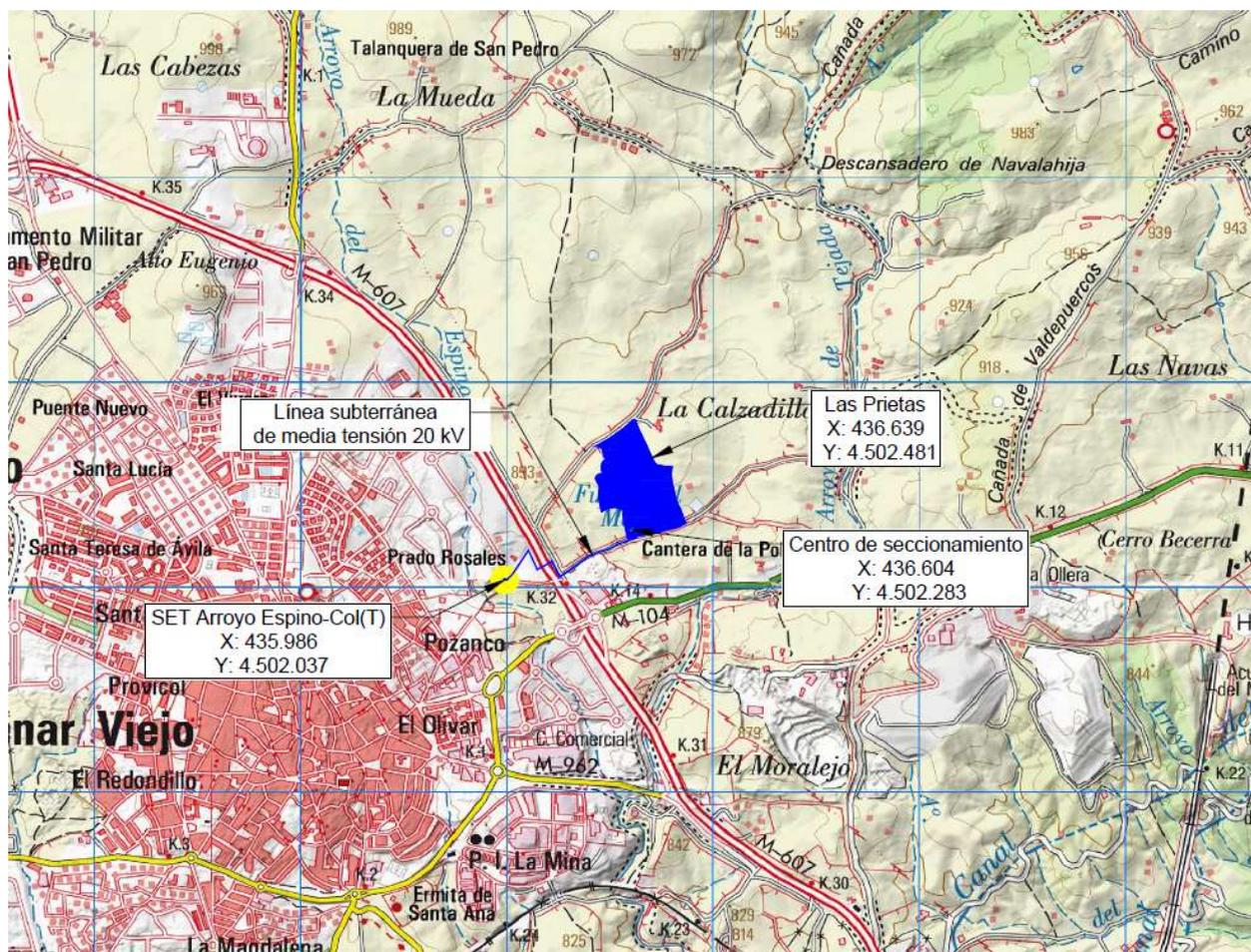


Ilustración 1. Situación

La fase de construcción de la Planta Solar Fotovoltaica consistirá en las siguientes fases:

- **Fase 1: Obra Civil**
 - Preparación de los terrenos.
 - Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.
 - Construcción de los accesos y viales internos.

- Excavaciones de zanjas para cables.
- Cimentación de Edificio de Control.
- Cimentación de Estaciones de Potencia.
- Hincado de la estructura soporte de los paneles fotovoltaicos.
- Vallado perimetral de la instalación.
- Fase 2: Montaje Electromecánico

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.

- Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.

Pruebas necesarias para la correcta ejecución de la Planta.

Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- El terreno sobre el que se implantará la Planta tiene una orografía adecuada, por lo que los movimientos de tierras serán mínimos.
- El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos no precisa de cimentaciones de hormigón.

Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

5. Requisitos ambientales

5.1. Requisitos de carácter general

Se contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento establecidos en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal. Las especificaciones ambientales de construcción de líneas aéreas que regirán la ejecución de la obra indicarán todos los requisitos a cumplir en relación a los trabajos.

5.2. Condicionados de los organismos de la administración

Durante el proceso de Autorización Administrativa los organismos públicos y entidades que puedan ser afectadas por el desarrollo del proyecto emitirán los condicionados correspondientes que serán aplicados en el desarrollo de la ejecución de la obra.

5.3. Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible

Para evitar que las zonas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible se dispongan sobre suelo desnudo o sin mecanismos de retención de posibles derrames, se contará con una bandeja metálica sobre la que se colocaran los recipientes que contengan combustible.

La bandeja será estanca, con un bordillo mínimo de 10 cm y con capacidad igual o mayor que la del mayor de los recipientes que se ubiquen en ella. Será necesario disponer de una lona para tapar la bandeja con el fin de evitar que en caso de lluvia se llene de agua, a no ser que el almacenamiento se realice bajo cubierta.

En el caso de que sea necesario disponer de grupos electrógenos, su tanque de almacenamiento principal deberá tener doble pared y todas las tuberías irán encamisadas. Si no es así se colocarán sobre bandeja estanca de las características anteriormente descritas.

5.4. Cambios de aceites y grasas

No se verterán aceites y grasas al suelo, por lo que se tomarán todas las medidas preventivas necesarias.

El cambio de aceites de la maquinaria se realizará en un taller autorizado. Si ello no fuera posible se efectuará sobre el terreno utilizando siempre los accesorios necesarios (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable) para evitar posibles vertidos al suelo.

5.5. Campamento de obra

El campamento de obra dispondrá de los contenedores necesarios para los residuos sólidos urbanos que generen las personas que trabajan en la obra.

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

5.6. Gestión de residuos

La gestión de los residuos se realizará conforme a la legislación específica vigente. Será según lo establecido en los siguientes documentos:

Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

Plan de gestión de residuos de construcción y demolición: Entregado por el contratista y aprobado por la dirección facultativa

5.7. Incidentes con consecuencias ambientales

Se consideran incidencias medioambientales aquellas situaciones que por su posible afección al medio requieren actuaciones de emergencia.

Los principales incidentes que pueden tener lugar son incendios y fugas/derrames de material contaminante.

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras, recalentamiento de máquinas, cigarrillos etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Además de las medidas de prevención de fugas y derrames (descritas en apartados anteriores) se contará en obra con los materiales necesarios para la actuación frente a derrames de sustancias potencialmente contaminantes.

5.8. Requisitos específicos para la obra civil

Limpieza de cubas de hormigonado

Se delimitará y señalizará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la obra.

La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

5.9. Acondicionamiento final de la obra

Una vez finalizados todos los trabajos se realizará una revisión del estado de limpieza y conservación del entorno de la obra, con el fin de proceder a la recogida de restos de todo tipo que pudieran haber quedado acumulados y gestionarlos adecuadamente.

Se procederá a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades derivados de la ejecución de los trabajos.

Se revisará la situación de todas las servidumbres previamente existentes y el cumplimiento de los acuerdos adoptados con particulares y administración, acometiendo las medidas correctoras que fueran precisas si se detectan carencias o incumplimientos.

Donde sea viable, se restituirá la forma y aspecto originales del terreno.

De forma inmediata a la finalización de la obra y en el caso que sea necesario, se revegetarán las superficies desprovistas de vegetación que pudieran estar expuestas a procesos erosivos y si así se ha definido, se realizarán los trabajos de integración paisajística de la instalación.

6. Residuos generados en la obra

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar en una obra de estas características:

Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04

Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de naturaleza pétreo:

- 17.01.01. Hormigón.
- 17.01.02. Ladrillos.
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

RCD de naturaleza no pétreo:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03 Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

Otros residuos:

Residuos peligrosos:

- 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
- 15.01.11 Aerosoles
- 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

7. Medidas de prevención y minimización de los residuos a generar

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales
- Comienzo de la obra
- Puesta en obra
- Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
 - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
 - Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
 - Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
 - El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
 - Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.
- Medidas de minimización en el comienzo de las obras
 - Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
 - Se destinarán unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
 - El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

- Medidas de minimización en la puesta en obra

- En caso de excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del Proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
- En el caso de sobrantes de hormigón, se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétreo (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

- Medidas de minimización del almacenamiento en obra

- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.

- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

8. Reutilización, valoración o eliminación de residuos generados

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra. Se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Tabla 4. Destino y tratamiento de los residuos

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositará en el lugar destinado a tal fin, según se vaya generando.

- Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.
- También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.
- Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.
- Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.
- Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.
- Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo,

código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

- Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

9. Medidas para la separación de residuos

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza NO peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este Proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.
- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).

El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al "gestor de residuos" correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse 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:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.
- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.
- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, un contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

10. Estimación de los residuos a generar

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este Proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos Vegetales Procedentes del Desbroce y/o Acondicionamiento del Terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y Pétreos de la Excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará la Planta tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar movimientos de tierras significativos para la explanación.

En el Proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y de los centros de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido. Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos Inertes de Naturaleza Pétreo Resultantes de la Ejecución de la Obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de Naturaleza no Pétreo Resultantes de la Ejecución de la Obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

- Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno
 - 02 01 07 Residuos de la silvicultura: El residuo vegetal generado, correspondiente a los desbroces previstos en la zona de actuación, supondrá la generación de dos tipologías de fracción vegetal:
 - La fracción maderable que será utilizada como leña por la Propiedad, o en su defecto, se considerará su retirada completa a vertedero.
 - La fracción no maderable (follajes y ramilla) que será aprovechada inicialmente a nivel pecuario mediante ramoneo, y por otro lado, la eliminación final que tendrá que ser autorizado por la Administración.

Teniendo en cuenta que el área ocupada por la Planta es de 9,98 ha, y que aproximadamente en un 80% se esperan labores de desbroce además de que se retirará una capa de 0,05 metros, el volumen aproximado generado de residuos es de $99.800,00\text{m}^2 \times 80\% \times 0,05\text{ m} = 3.992,00\text{ m}^3$.

Debido a este residuo no puede ser valorizado en su totalidad, y, además teniendo en cuenta la época de actuación, no es adecuada su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, por tanto, se considera su retirada completa a vertedero.

De este residuo se estima un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de 0,02 tn/m³. De esta manera:

$$\text{RCD VOLUMEN TOTAL} = 3.992,00\text{ m}^3 \times 1,3 = 5.189,60\text{ m}^3$$

$$\text{RCD PESO TOTAL} = 5.189,60\text{ m}^3 \times 0,02\text{ tn/m}^3 = 103,79\text{ tn}$$

- Tierras y pétreos procedentes de demolición.
 - Naturaleza pétrea 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del Proyecto.
- Tierras y pétreos procedentes de excavación.
 - 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos: Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias para las distintas cimentaciones y zanjás.

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 5% va al vertedero (95% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de 1700 kg/m³:

$$\text{RCD VOLUMEN TOTAL} = 4.932,64\text{ m}^3 \times 1,25 \times 5\% = 308,3\text{ m}^3$$

$$\text{RCD PESO TOTAL} = 308,3\text{ m}^3 \times 1,7\text{ tn/m}^3 = 524,11\text{ tn}$$

- RCD resultantes de la ejecución de la obra.

- RCD de naturaleza pétreo

- 17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones de los centros de transformación, el cual asciende a 30,00 m³.

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de 2.400 kg/m³ y considerando que se produce un residuo del 1%:

$$\text{RCD VOLUMEN TOTAL} = 30,00 \text{ m}^3 \times 1,5 \times 1\% = 0,45 \text{ m}^3$$

$$\text{RCD PESO TOTAL} = 0,45 \text{ m}^3 \times 2,4 \text{ tn/m}^3 = 1,08 \text{ tn}$$

- 17 01 02 Ladrillos

En esta obra no se generará residuos de ladrillos.

- RCD de naturaleza no pétreo

- 17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- Otros residuos:

- 20 01 01 Papel y cartón

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

○ 20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

En resumen, la estimación de los residuos generados en la Planta, son los siguientes:

Resumen de Residuos Generados Durante la Obra		m ³	Tn
Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	5.189,6	103,79
Tierras y pétreos procedentes de excavación.	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	308,3	524,11
RCD de naturaleza pétreo	17 01 01 Hormigón	0,45	1,08

Tabla 5. Resumen de residuos generados en obra

11. Prescripciones a incluir en el pliego de condiciones técnicas del proyecto

• Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición 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 los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.

- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
 - El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
 - El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
 - El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.
 - Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
 - Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.
 - Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.
- **Respecto a la segregación de los residuos:**

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
 - Hormigón: 80 t
 - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t

- Metal: 2 t
 - Madera: 1 t
 - Vidrio: 1 t
 - Plástico: 0,5 t
 - Papel y cartón: 0,5 t
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación
 - Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
 - El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
 - Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
 - Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.
- **En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:**
 - Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
 - El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las 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.
 - Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.

- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.
- **Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos (RP):**
 - Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art 29 de la Ley 22/2011, de 28 de julio. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).
 - Los residuos peligrosos siempre han de separarse en origen.
 - Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (art. 21 de la Ley 7/2022 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (Real Decreto 656/2017):
 - Definir una zona específica.
 - No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

¿Dónde situarlo?

- En el exterior bajo cubierta,
- Dentro de la nave,
- en intemperie en envases herméticamente cerrados

Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:

- Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
- Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
- Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
- Alejado de la red de saneamiento

Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:

- 1 recipiente/cada tipo de residuo. Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
- Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
- En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información (art. 14.2 de RD 833/88, que ha sido modificado: El código y la descripción del residuos de acuerdo con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de la característica de peligrosidad de acuerdo con el anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados modificado por el Reglamento 1357/2914, de 18 de diciembre por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98/CE:
 - Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
 - Fechas de envasado.
 - La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/.
 - Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
 - La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.
 - No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.

Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.

- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la

información archivada durante, al menos, tres años. (Artículo 40; Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

- Requisitos generales de traslado (RD 180/2015):
 - Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:
 - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
 - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
 - Periodicidad estimada de los traslados.
 - Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
 - Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.
 - Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.
- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.
 - Número de documento de identificación.
 - Número de notificación previa.
 - Fecha de inicio del traslado.
 - Información relativa al operador del traslado.
 - Información relativa al origen del traslado.
 - Información relativa al destino del traslado.
 - Características del residuo que se traslada.
 - Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
 - Otras informaciones.

Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

- Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.

- Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
- El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
- En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino
- En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.

Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

Según el RD Ley 7/2022 se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- art. 21. No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
- Documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

Fase	Documentación	Legislación
Inicio de obra	Plan de Gestión de Residuos	
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 22/2011 (art.29)
Fase de obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	

	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	Ley 7/2022
	Documentación de Aceptación *	
	Documentos de Control y Seguimiento *	Ley 7/2022
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra	RD. 553/2020
	Hoja de control de Pequeñas cantidades de residuos (sólo en la Comunidad de Madrid)	Orden 2029/2000

Tabla 6. Documentación

Se deben guardar durante un mínimo de 5 años.

Colmenar Viejo, Diciembre de 2022

El Ingeniero Técnico Superior



Fdo. Manuel Cañas Mayordomo
Colegiado 1.617

El Ingeniero Industrial



Fdo. Daniel Corroero Cabrera
Colegiado 7.426

Anejo 9: RBDA

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MW
Capacidad de acceso: 5,00 MW

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Innova Proyectos**

Diciembre 2022

ÍNDICE

1. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS 3

1. Relación de bienes y derechos afectados

Orden	Referencia catastral	Polígono	Parcela	Termino municipal	Naturaleza del terreno	Superficie vallado (m2)	Longitud subterráneo (m)	Tramo subterráneo (m2)	Ocupación temporal (m2)	Ocupación permanente (m2)
1	28045A05700017	57	17	Colmenar viejo	Agrícola	99.813,00	36,55	10,965	95,03	21,93
2	28045A05709003	57	9003	Colmenar viejo	Camino	-	135,02	40,506	419,66	83,86
3	28045A05809018	58	9018	Colmenar viejo	Camino	-	279,18	83,754	657,26	164,66
4	No se disponen datos	M-607		Colmenar viejo	Carretera	-	157,85	47,355	410,41	94,71
5	6018528VL3062N	CL GANADEROS DE LOS 22		Colmenar viejo	Urbano	-	139,37	41,811	362,36	83,62
6	6018527VL3062N	CL DE PONCE DE LEON 2		Colmenar viejo	Urbano	-	114,12	34,236	274,73	68,47
7	5926902VL3052N	CL DE ALONSO DE OJEDA 2		Colmenar viejo	urbano	-	-	-	31,67	-
8	6018536VL3062N	CL DE PONCE DE LEON 2(E) Suelo SB-1		Colmenar viejo	Urbano	-	9,66	2,898	15,43	5,80
9	No se disponen datos	CALLE ALONSO OJEDA		Colmenar viejo	Calle	-	41,06	12,318	106,76	24,64
10	5824510VL3052S	CL DE ALONSO DE OJEDA 1		Colmenar viejo	Urbano	-	5,58	1,674	14,10	3,35
11	5824526VL3052S	CL GANADEROS DE LOS 11 BI:1 Es:1 PI:00 Pt:A		Colmenar viejo	Camino	-	-	-	0,41	-
Total						99.813,00	918,39	275,52	2.387,82	551,03

Documento nº 2: Planos

Proyecto Ejecutivo de Instalación Fotovoltaica “Las Prietas” e infraestructuras de evacuación en el T.M. de Colmenar Viejo (Madrid)

Potencia instalada: 5,00 MW
Capacidad de acceso: 5,00 MW

Promotor: **Sociedad de Explotación Fotovoltaica Kapa, S.L.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

Diciembre 2022

LISTADO DE PLANOS

1. Planos generales

- 1.1. Situación
- 1.2. Emplazamiento
- 1.3. Implantación
- 1.4. Afecciones
- 1.5. Coordenadas de vallado

2. Planos Obra civil

- 2.1. Accesos a la planta
- 2.2. Trazado de caminos
- 2.3. Sección tipo caminos
- 2.4. Trazado zanjas
- 2.5. Zanjas tipo BT
- 2.6. Zanjas tipo MT
- 2.7. Topográfico
- 2.8. Zona de acopio

3. Planos mecánicos

- 3.1. Detalle seguidor solar
- 3.2. Detalle de vallado
- 3.3. Detalle Centro de Seccionamiento

4. Planos eléctricos

- 4.1. Bloques de potencia
- 4.2. Configuración eléctrica
- 4.3. Esquema unifilar BT
- 4.4. Esquema unifilar MT
- 4.5. Configuración strings
- 4.6. Trazado circuitos BT
- 4.7. Trazado circuitos MT
- 4.8. Puesta a tierra
- 4.9. CCTV

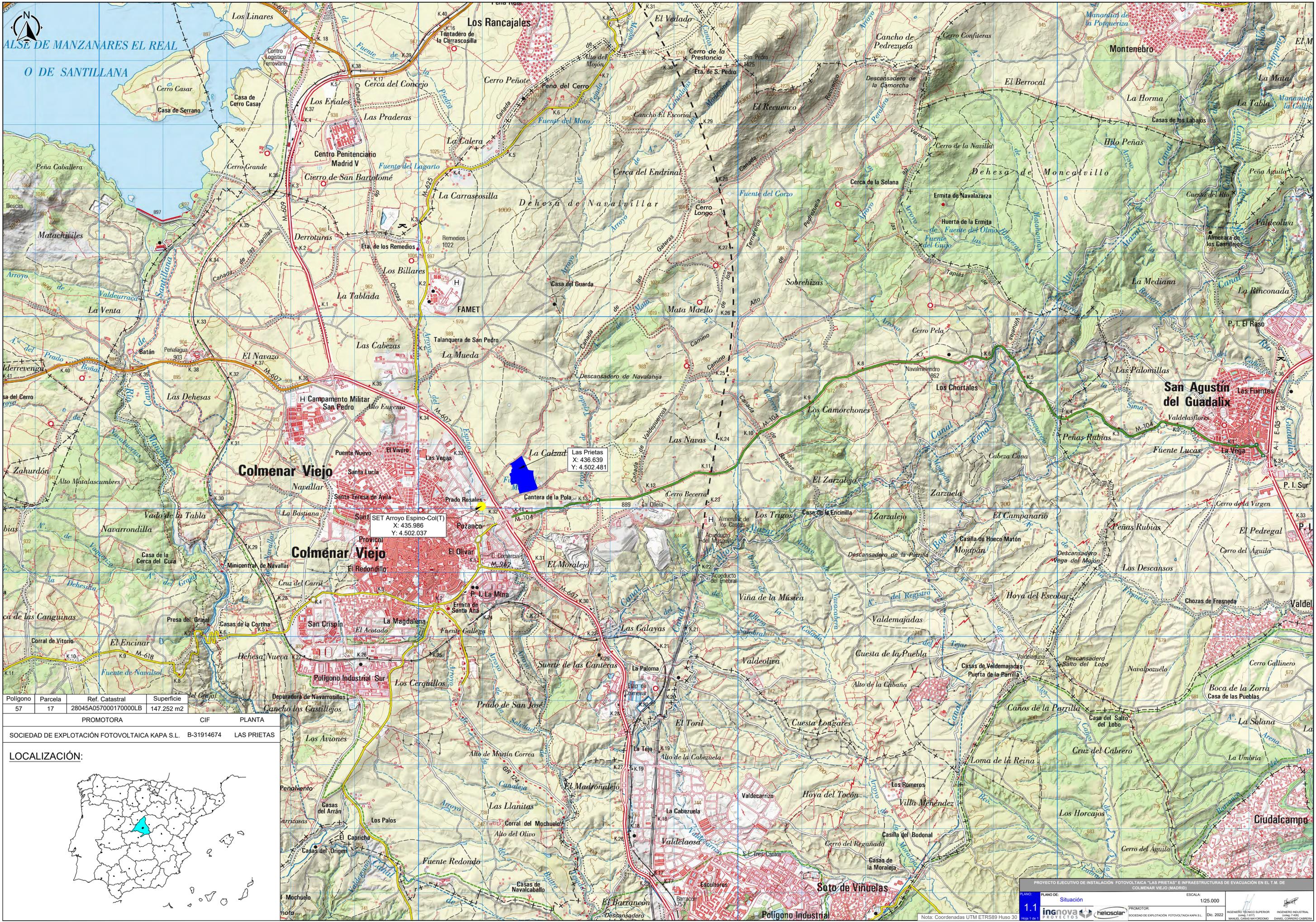
5. Planos LSMT 20 KV

- 5.1. Situación
- 5.2. Emplazamiento
- 5.3. Trazado
- 5.4. Afecciones
- 5.5. Detalle zanjas MT
- 5.6. Detalle arquetas MT
- 5.7. RBDA

Planos Generales

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "LAS PRIETAS" E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN EN EL T.M. DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:		
1.0	Portada	S/E		
Hoja 1 de 1	 	PROMOTOR:	Dic. 2022	 INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO
		SOCIEDAD DE EXPLOTACIÓN FOTOVOLTAICA KAPA S.L.		 INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA



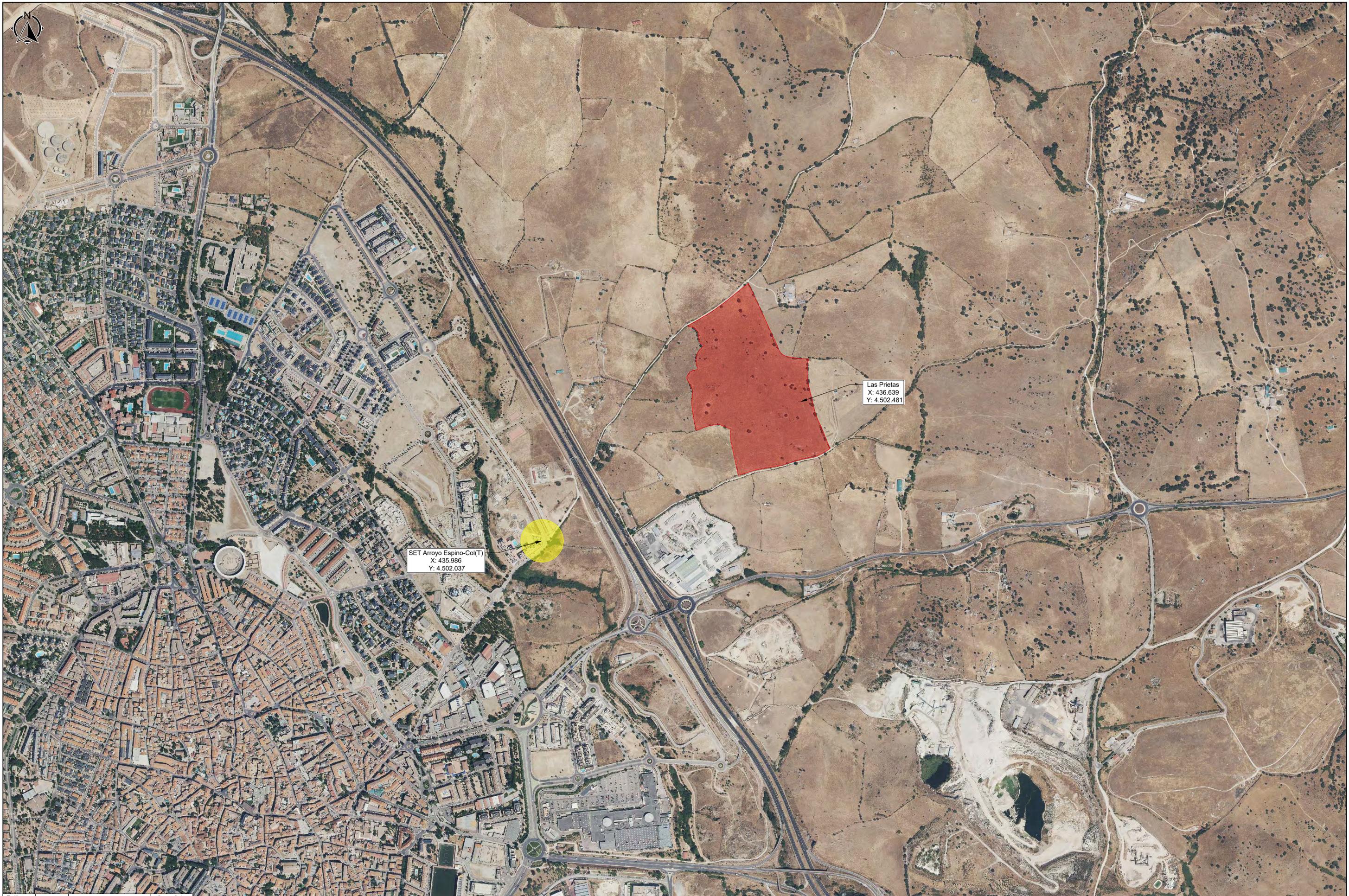
Polígono	Parcela	Ref. Catastral	Superficie
57	17	28045A057000170000LB	147.252 m ²

PROMOTORA	CIF	PLANTA
SOCIEDAD DE EXPLOTACIÓN FOTOVOLTAICA KAPA S.L.	B-31914674	LAS PRIETAS



Las Prietas
X: 436.639
Y: 4.502.481

SET Arroyo Espino-Col(T)
X: 435.986
Y: 4.502.037



SET Arroyo Espino-Col(T)
 X: 435.986
 Y: 4.502.037

Las Prietas
 X: 436.639
 Y: 4.502.481

Poligono	Parcela	Ref. Catastral	Superficie
57	17	28045A057000170000LB	147.252 m2

PROMOTORA: CIF: PLANTA: SOCIEDAD DE EXPLOTACIÓN FOTOVOLTAICA KAPA S.L. B-31914674 LAS PRIETAS

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "LAS PRIETAS" E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN EN EL T.M. DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

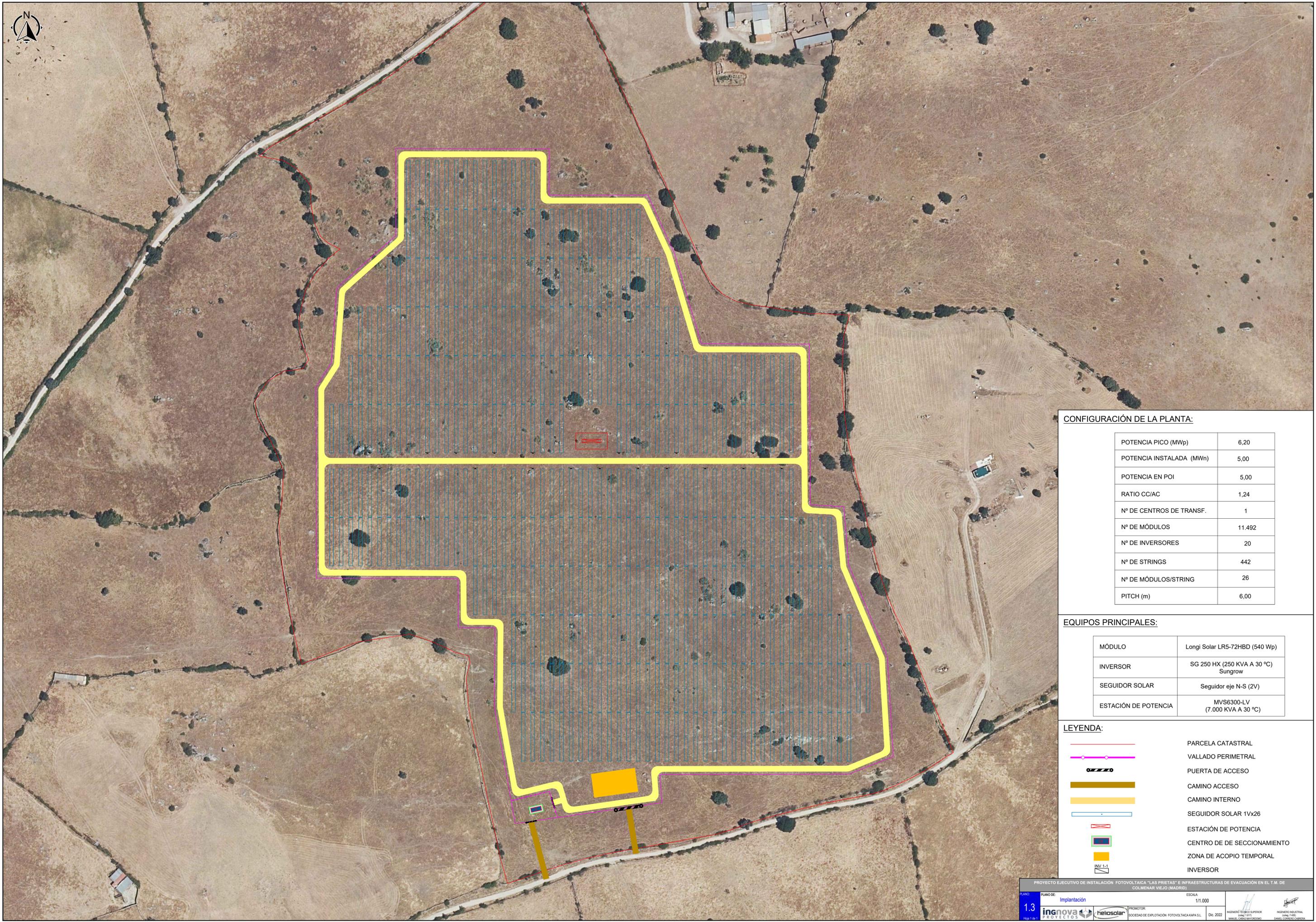
PLANO DE: **Emplazamiento** ESCALA: 1/5.000

1.2 ingnova heliosolar

PROMOTOR: SOCIEDAD DE EXPLOTACIÓN FOTOVOLTAICA KAPA S.L. Dic. 2022

INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (GRUPO 1811) INGENIERO INDUSTRIAL (GRUPO 1802) DANIEL GALIÁS MAYORDOMO DANIEL CORREDO CABREJA

Nota: Coordenadas UTM ETRS89 Huso 30



CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA:

POTENCIA PICO (MWp)	6,20
POTENCIA INSTALADA (MWn)	5,00
POTENCIA EN POI	5,00
RATIO CC/AC	1,24
Nº DE CENTROS DE TRANSF.	1
Nº DE MÓDULOS	11.492
Nº DE INVERSORES	20
Nº DE STRINGS	442
Nº DE MÓDULOS/STRING	26
PITCH (m)	6,00

EQUIPOS PRINCIPALES:

MÓDULO	Longi Solar LR5-72HBD (540 Wp)
INVERSOR	SG 250 HX (250 KVA A 30 °C) Sungrow
SEGUIDOR SOLAR	Seguidor eje N-S (2V)
ESTACIÓN DE POTENCIA	MVS6300-LV (7.000 KVA A 30 °C)

LEYENDA:

- PARCELA CATASTRAL
- VALLADO PERIMETRAL
- PUERTA DE ACCESO
- CAMINO ACCESO
- CAMINO INTERNO
- SEGUIDOR SOLAR 1Vx26
- ESTACIÓN DE POTENCIA
- CENTRO DE DE SECCIONAMIENTO
- ZONA DE ACOPIO TEMPORAL
- INVERSOR

PROYECTO EJECUTIVO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA "LAS PRIETAS" E INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN EN EL T.M. DE COLMENAR VIEJO (MADRID)