

PROYECTO TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA

PLANTA FOTOVOLTAICA "SOLAR GABIAS 1",
EN EL T.M. DE LAS GABIAS (GRANADA)

1 MEMORIA

Situación: afueras de Gabia la Grande

Término Municipal de LAS GABIAS

Provincia de GRANADA

COORDENADAS UTM ETRS89 HUSO: 30

VALLADO ACCESO 1	VALLADO ACCESO 2	VALLADO ACCESO 3
X (m): 436825,93	X (m): 436522,62	X (m): 436525,82
Y (m): 4108456,51	Y (m) 4108016,29	Y (m): 4107943,11

Granada, Abril de 2.021

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN	7
Datos del Proyecto Tramitación Administrativa.....	7
Datos de contacto para este proyecto (Peticionario):	7
Autor del proyecto	7
2. NORMATIVA DE REFERENCIA	8
3. ORGANISMOS AFECTADOS	14
4. FINCAS AFECTADAS	14
5. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	15
6. EMPLAZAMIENTO	16
6.1. Localización	16
6.2. Área de la parcela	17
6.3. Topografía	21
6.4. Perfil del horizonte	24
7. RECURSO SOLAR	25
8. EQUIPOS PRINCIPALES	27
8.1. Módulo fotovoltaico	28
8.2. Seguidor de un eje N-S	29
8.3. Cajas de string	31
8.4. Inversor central	33
8.5. Transformador	34
8.6. Centro de Potencia	35
8.7. Centro de Seccionamiento	39
9. DIMENSIONAMIENTO PLANTA FOTOVOLTAICA	42
9.1. Configuración eléctrica	42
9.2. Diseño del cableado eléctrico	43
9.3. Obras civiles	44
9.4. Puesta a Tierras	54
10. CRUCE DE LÍNEA ELÉCTRICA POR VIA PECUARIA	55
11. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO EN UN FUTURO	57

Aviso Legal

Esta memoria está preparada y expedida por IM3 para su uso por parte del cliente nombrado en la portada ("ABY Infraestructuras"), quien ha firmado un acuerdo por escrito directamente con IM3.

IM3 no tendrá ninguna responsabilidad frente a terceros en relación con esta memoria o por cualquier uso por parte de terceros de esta memoria, a menos que sea objeto de un acuerdo por escrito entre IM3 y dicho tercero.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta memoria, producida por IM3, es describir las especificaciones y el diseño de la planta solar fotovoltaica del proyecto tramitación administrativa "Solar Gabias 1" de 60 MWp.

Datos del Proyecto Tramitación Administrativa

Promotor:

ABY Infraestructuras, S.L.U.

CIF B-90248832

Calle Albert Einstein s/n, Edificio Insur, Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla, España

Datos de contacto para este proyecto (Peticionario):

Antonio Esteban Garmendia / Yolanda Fuentes Criado

Tel. 609.42.95.20 / 616.20.30.98

Mail: aesteban@aa-ges.com / yolanda.fuentes@aa-ges.com

Autor del proyecto

El presente proyecto está redactado a cargo de: INGENIEROS EMETRES S.L.P.
Domicilio:C/ Pau Claris nº 165, 1 Planta 08037 Barcelona.

La descripción actual del proyecto tramitación administrativa podría verse sujeta a cambios en las siguientes etapas del desarrollo del proyecto.

La potencia nominal de la planta fotovoltaica es de 47,5 MWac y la potencia máxima es de 60 MWdc lo que da como resultado un ratio DC/AC de 1,263. Además, la potencia de inversores es de 50 MWn y por tanto, la potencia instalada, de acuerdo a la nueva definición introducida con el RD 1183/2020 es de 50 MWn, por lo que procede su tramitación en la Administración Autónoma".

Las principales características del proyecto se muestran más adelante en la Tabla 1.

2. NORMATIVA DE REFERENCIA

La normativa de aplicación es la siguiente:

URBANÍSTICAS Y MEDIOAMBIENTALES:

Capítulo segundo relativo a normas para suelo no urbanizable, normas subsidiarias de planeamiento municipal de LAS GABIAS, los terrenos objeto de estudio se clasifican todos ellos como Suelo No Urbanizable.

Artículo 52 de la Ley 7/2002, de Ordenación Urbanística de Andalucía.

Normas Subsidiarias vigentes de LAS GABIAS.

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 aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Reglamento Electrotécnico de baja tensión y sus ITC's aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.

Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus

instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen 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.

Reglamento (UE) 2016/631 de la comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.

Reglamento (CE) 714/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, relativo a las condiciones de acceso a la red para el comercio transfronterizo de electricidad.

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

Normas de UNESA.

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.

Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).

Real Decreto 314/2006, de 17 de 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 1997 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 disposiciones 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 manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, 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 Laborables.

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 modifican 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 2177/2004, 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.

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 de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO:

Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-RAT02 del 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.

Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-LAT02 del Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en el 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.

EQUIPOS:

Todos los equipos que se instalen deberán incorporar marcado CE.

Los módulos fotovoltaicos incorporarán el marcado CE, según Directiva 2016/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, deberán satisfacer la norma UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

Los seguidores solares cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas: UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas

fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales, UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento, y según la IEC 62116. *Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.*

3. ORGANISMOS AFECTADOS

Por el presente Proyecto afectan bienes o servicios que dependen de los Organismos, Corporaciones Oficiales y/o Empresas de Servicio Público que se relacionan a continuación.

ENTE AFECTADO	DESCRIPCIÓN DE LA AFECTACIÓN
Ayuntamiento de Gabias	Licencia de obras para la instalación de vallado metálicos, para cerramiento perimetral parque FV e instalación del PSFV
Junta de Andalucía, Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible	Cruce de línea subterránea a MT 30 kV y BT, por Vía Pecuaria Colada Llano Llevas

4. FINCAS AFECTADAS

Por el presente proyecto figura la relación de bienes y derechos afectados de la finca afectada:

Superficie de la planta FV solar a realizar:

#	Políg	Parc	RC	TM	CT	AFECTACIÓN
1	6	207	18083A006002070000KM	LAS GABIAS	Parque FV	Parque FV
2	6	50	18083A006000500000KF	LAS GABIAS	Parque FV	Acceso y Parque FV
3	6	43	18083A006000430000KQ	LAS GABIAS	Parque FV	Acceso y Parque FV
4	6	44	18083A006000440000KP	LAS GABIAS	Parque FV	Parque FV
5	6	42	18083A006000420000KG	LAS GABIAS	Parque FV	Acceso y Parque FV
6	6	33	18083A006000330000KU	LAS GABIAS	Parque FV	Parque FV
7	6	29	18083A006000290000KZ	LAS GABIAS	Parque FV	Parque FV
8	6	16	18083A006000160000KM	LAS GABIAS	Parque FV	Parque FV y Centro de seccionamiento
9	8	86	18083A008000860000KA	LAS GABIAS	Parque FV	Parque FV
10	8	92	18083A008000920000KG	LAS GABIAS	Parque FV	Parque FV

Cruce de línea eléctrica por Vía Pecuaria

#	Políg	Parc	RC	TM	TM	AFECTACIÓN
11	900	9601	18083A900096010000UO	LAS GABIAS	Línea eléctrica	Cruce Zanja de Media y Baja Tensión

5. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Tabla 1. Características del proyecto

Proyecto Tramitación Administrativa "Solar Gabias 1" de 60 MWp	
Características principales	
Localización	España, Andalucía
Potencia nominal (AC)	47,5 MWac
Potencia pico (DC)	60 MWdc
Ratio DC/AC	1,263
Características civiles	
Área disponible	117,61 ha
Ratio de ocupación del terreno (GCR)	37.14 %
Tipo de estructura	Seguidor a un eje
Distancia entre filas (Pitch)	12,1 m
Características eléctricas	
Módulos fotovoltaicos (600,0 Wp)	100.000
Centro de potencia (hasta 4.750 kW)	10
Número de inversores	10
Potencia nominal de los inversores	4.750-5.000 kW

El diseño completo se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Layout general. Fuente: Google Earth

6. EMPLAZAMIENTO

6.1. Localización

La planta fotovoltaica "SOLAR GABIAS 1" está localizada en el término municipal de Las Gabias en la provincia de Granada. La implantación de la misma se realizará en las parcelas:

Polígono	Parcela	RC
6	207	18083A006002070000KM
6	50	18083A006000500000KF
6	43	18083A006000430000KQ
6	44	18083A006000440000KP
6	42	18083A006000420000KG
6	33	18083A006000330000KU
6	29	18083A006000290000KZ
6	16	18083A006000160000KM
8	86	18083A008000860000KA
8	92	18083A008000920000KG

La planta fotovoltaica "SOLAR GABIAS 1" tiene las características mostradas en la Tabla 2.

Tabla 2. Características del emplazamiento

Características de la localización de la planta fotovoltaica	
Ciudad / Localidad	Las Gabias
Región	Andalucía
País	España
Latitud	+37.13 °
Longitud	-3.70 °
Altitud	739.07 m s.n.m.
Zona horaria	UTC + 1

En la Figura 2 se muestra la localización del proyecto. Se muestra una vista más cercana de la región en la Figura 3.



Figura 2. Localización de la planta fotovoltaica en la región de Andalucía, en España. Fuente: Google Earth



Figura 3. Vista más cercana de la planta fotovoltaica en la región de Andalucía. Fuente: Google Earth

6.2. Área de la parcela

El área donde la planta fotovoltaica será construida consiste en 5 áreas disponibles, distribuidas con las siguientes superficies:

1. Área disponible 18,3 ha
2. Área disponible 17,0 ha
3. Área disponible 17,0 ha
4. Área disponible 17,0 ha
5. Área disponible 51,0 ha

Disponiendo de una superficie total de 120,30 ha.

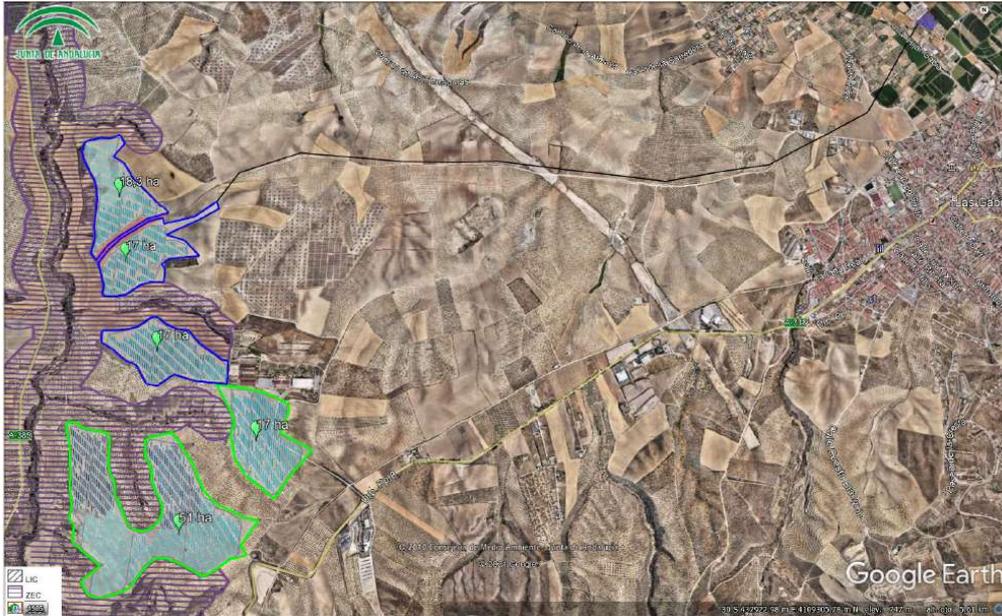


Figura 4. Vista Superficie total de la planta fotovoltaica. Fuente: Google Earth

Existe también 2 áreas restringidas equivalentes a:

1. Vía pecuaria 2,59 ha
2. Centro de Seccionamiento 0,10 ha

Ambas no aptas para la instalación de módulos fotovoltaicos.



Figura 5. Vista Superficie restringida (vía pecuaria) de la planta fotovoltaica. Fuente: Google Earth

El área final disponible cubre una superficie de 117,61 ha.

El tamaño de cada área y el total del área final disponible para instalación se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Tamaño de las áreas del proyecto.

Nombre del área	Superficie
Área disponible	
Área total	120,30 ha
Área restringida	
Área : Restricción Vía Pecuaria	2,59 ha
Área del Centro de seccionamiento	
Área : Centro de seccionamiento	0,10 ha
Total del área final disponible	117,61 ha

La parcela(s) (azul) y (verdes), y el área restringida (rojo) se muestran en las Figuras 6,7 y 8.

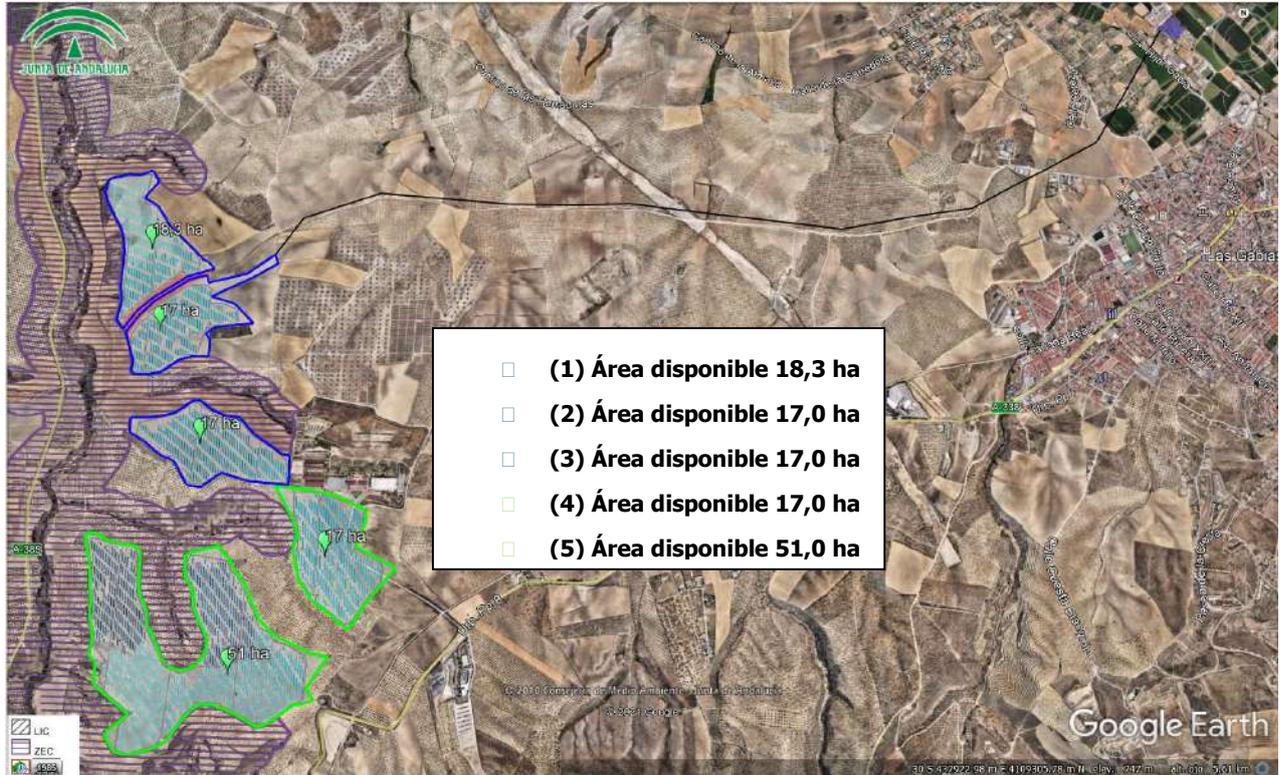


Figura 6. Vista distintas Superficies disponibles de la planta fotovoltaica. Fuente: Google Earth



Figura 7. Vista Superficie restringida vía pecuaria de la planta fotovoltaica. Fuente: Google Earth



Figura 8. Vista Superficie restringida cto. seccionamiento de la planta fotovoltaica. Fuente: Google Earth

6.3. Topografía

Se ha realizado un análisis preliminar de la topografía para estudiar la disponibilidad de terreno adecuado para la construcción de la planta fotovoltaica.

Se calcularon las pendientes Este-Oeste y Norte-Sur mostradas en la Figura 9 y 10.

La resolución de cuadrícula de los datos de elevación es de 30.0 m (en las direcciones Norte-Sur y Este-Oeste). Estos datos han sido proporcionados por Google Earth (SRTM-30).

Los resultados del análisis de pendientes del terreno muestran tres zonas diferenciadas:

- Zonas donde la pendiente es inferior al 20.00 %.
- Zonas donde la pendiente está entre 20.00% a 21.00 % y 21.00% a 22.00 %.
- Zonas donde la pendiente es superior al 22.00 %.

NOTA: Las pendientes medidas en el sitio al realizar un análisis topográfico detallado podrían ser mayores que las pendientes obtenidas con la fuente de datos de Google Earth.

El mapa que se muestra en la Figura 9 y 10 representa las pendientes del terreno, con los siguientes colores:

- Pendientes $<<20.00\%$
- Pendientes $>20.00\%$ y $<21.00\%$
- Pendientes $>21.00\%$ y $<22.00\%$
- Pendientes $>22.00\%$

Utilizando los datos de elevación mencionados anteriormente, se calculó la posición de las estructuras en el terreno.

La pendiente del terreno debajo de las estructuras se calculó en la dirección Norte-Sur y en la dirección Este-Oeste.

También se determinó la posición de los postes de las estructuras, incluyendo la elevación del terreno en cada poste y su altura.

ESTRUCTURA

Sistema de Montaje
 Altura Mínima de la Estructura: Distancia entre el suelo y el punto más bajo de la estructura. Afecta a la producción energética.

2,1 metros

Profundidad de postes: Fija para todos los postes de las estructuras.

1,5 metros

Longitud Mínima de los Postes: Es el resultado de la profundidad del poste y la altura mínima de la estructura.

5,55 m

CONFIGURACIÓN DEL LAYOUT

Módulos por string: El valor recomendado se calcula según los estándares IEC y NEC.

33

Distancia entre filas (pitch): También conocida como distancia poste a poste.

12,1 metros

Mínimo: 4,49 m

Distancia entre estructuras: En la dirección N-S para seguidores y en E-W para estructura fija.

0,5 metros

Espacio libre entre estructuras

7,61 m

GCR

37 %

Las estructuras que no cumplieron con los siguientes criterios se han quitado del layout:

TOPOGRAFÍA

LÍMITE DE PENDIENTE MÁXIMO

Norte-Sur

20 %

Este-Oeste

100 %

LÍMITE DE POSTE

Longitud máxima de poste

7 metros

Mínimo: 6,05 m

ESTRUCTURAS

Quitar estructuras que exceden tus límites

Sólo las estructuras azules (Aceptada y Aceptada con advertencias) serán instaladas

- La estructura debe estar dentro de los límites del Modelo Digital del Terreno (MDT).
- La pendiente entre estructuras multi-fila puede ser como máximo del 20.00 %.

Topografía / Google Earth

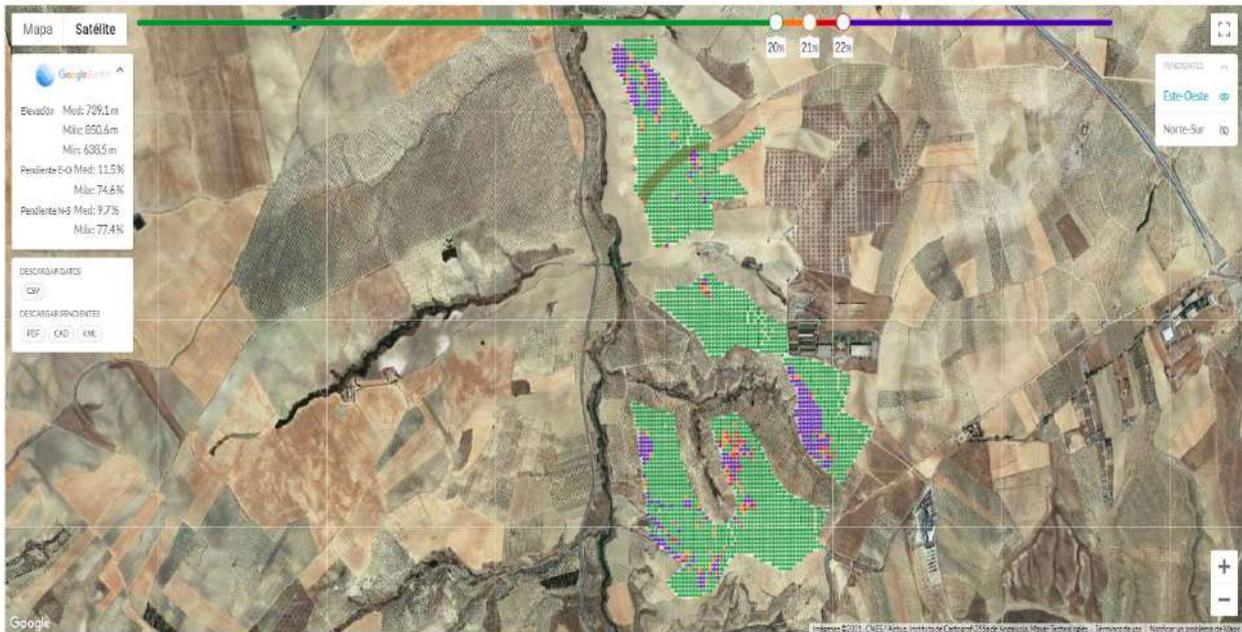


Figura 9. Pendientes de la parcela Este-Oeste (fuente: SRTM)

Topografía / Google Earth

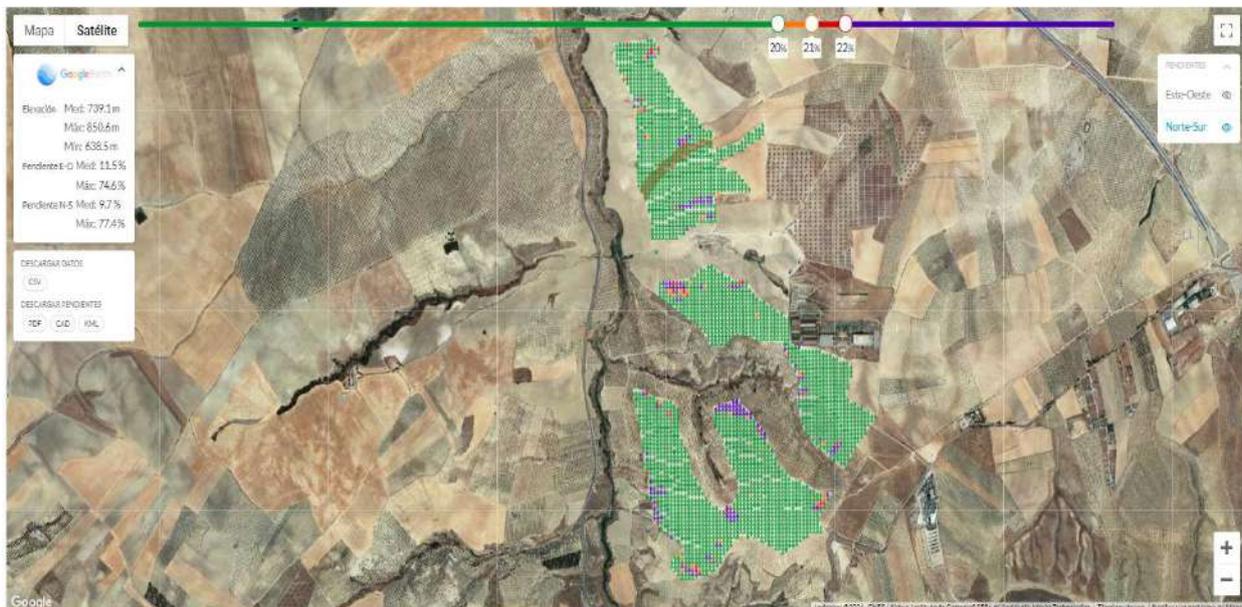


Figura 10. Pendientes de la parcela Norte-Sur (fuente: SRTM)

6.4. Perfil del horizonte

La irradiancia solar que llega a los módulos fotovoltaicos cambiará si hay colinas o montañas en el horizonte.

Estas obstrucciones físicas bloquearán la componente directa de la irradiancia durante algunos períodos del día y también tendrán un impacto en la componente difusa.

Por lo tanto, el perfil del horizonte afecta directamente el rendimiento energético de la planta fotovoltaica.

La línea del horizonte tiene una elevación promedio de 0.0° y una elevación máxima de 0.0° . A lo largo del año, la línea del horizonte bloqueará el Sol durante un total de 0 horas.

La fuente de datos para la línea del horizonte fue la base de datos PVGIS 5.

El valor de la elevación bloqueada en el rango de azimut completo se muestra en la Figura 11.

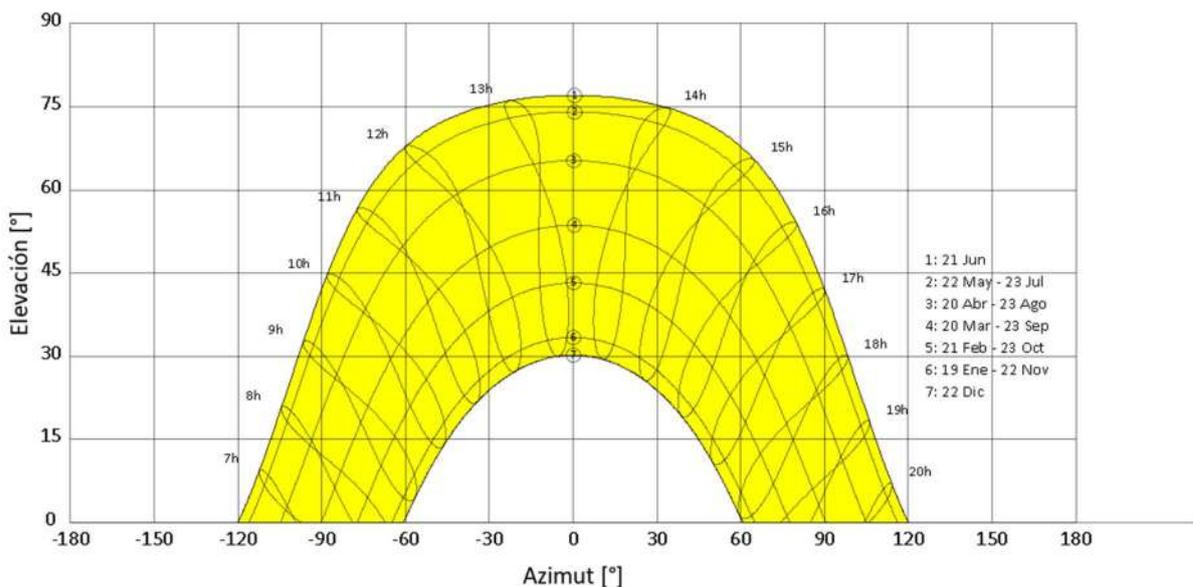


Figura 11. Perfil del horizonte (fuente datos: PVGIS 5)

7. RECURSO SOLAR

El objetivo del análisis de recursos solares es proporcionar una estimación de la energía solar que la planta fotovoltaica recibiría durante un año típico.

El recurso solar se da generalmente como una serie de valores por hora para la irradiancia y la temperatura, por un período de un año. Esta serie se llama el Año Meteorológico Típico (TMY).

La fuente utilizada para generar el TMY fue la base de datos SolarGIS. Incluye meteorología desde el año 1994 hasta el presente (el período real utilizado puede variar según la ubicación) y tiene una resolución espacial de 250 m por 250 m para la irradiación solar y de 1 km por 1 km para la temperatura del aire. La incertidumbre de los datos de SolarGIS está comprendida entre $\pm 4\%$ a $\pm 8\%$, dependiendo de la ubicación.

A partir de los datos horarios obtenidos en el TMY, se llega a los siguientes valores:

- Temperatura mínima: $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Máxima temperatura: $35,9\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Temperatura media: $16,31\text{ }^{\circ}\text{C}$

Los resultados del análisis del recurso solar se muestran en la Tabla 4. Un gráfico que representa estos resultados se muestra en la Figura 12.

Tabla 4. Valores mensuales del recurso solar

Mes	GHI [kWh/m ²]	DHI [kWh/m ²]	Temperatura [°C]
1	83.8	27.6	7.72 °C
2	102.1	32.0	7.37 °C
3	147.8	46.0	11.33 °C
4	181.6	63.2	14.03 °C
5	213.6	70.7	19.56 °C
6	239.1	70.5	23.16 °C
7	250.9	69.0	26.09 °C
8	221.2	63.8	26.67 °C
9	165.8	54.5	22.84 °C
10	124.1	40.0	17.16 °C
11	86.8	31.4	10.83 °C
12	75.4	25.3	8.26 °C
Año	1892.1	593.8	16.25 °C

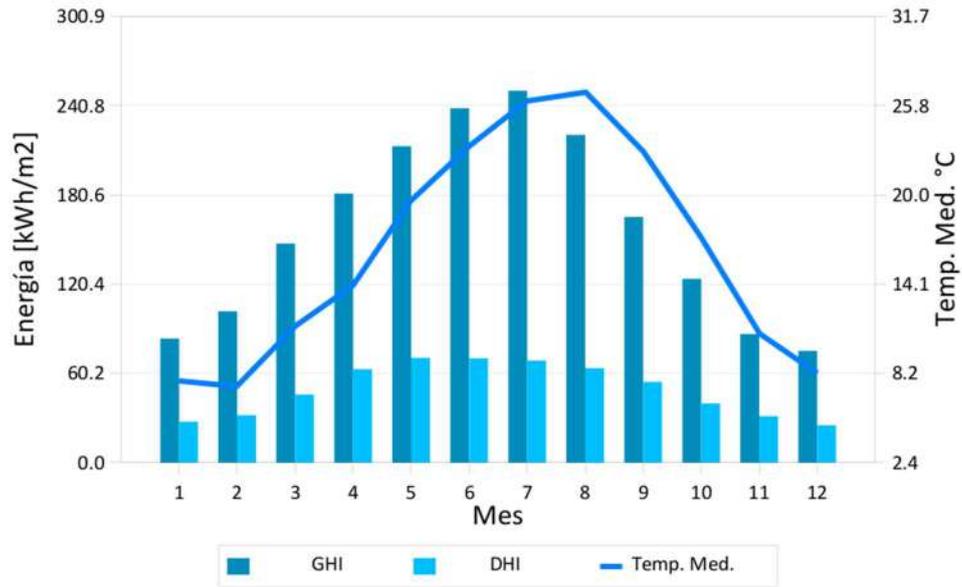


Figura 12. Gráfico recurso solar

8. EQUIPOS PRINCIPALES

Los equipos principales utilizados para convertir la energía solar en electricidad son:

- Módulos fotovoltaicos, que convierten la radiación solar en corriente continua.
- Seguidor de un eje, que sirve de soporte y orienta los módulos fotovoltaicos para minimizar el ángulo de incidencia entre los rayos solares y la superficie de los módulos durante el día.
- Los cuadros de agrupación de strings, que agrupan la salida de los strings de módulos fotovoltaicos antes de llegar al inversor.
- Inversores centrales, que convierten la DC del campo solar a AC.
- Transformadores de potencia, que elevan el nivel de tensión de baja a media tensión.
- Centros de potencia, que contienen el equipo necesario para convertir la alimentación de DC a AC.
- Centro de seccionamiento para evacuación de energía disponible.

Los equipos finales reseñados en este Proyecto, serán los descritos o similares

La configuración eléctrica de la planta fotovoltaica se muestra en la Figura 13.

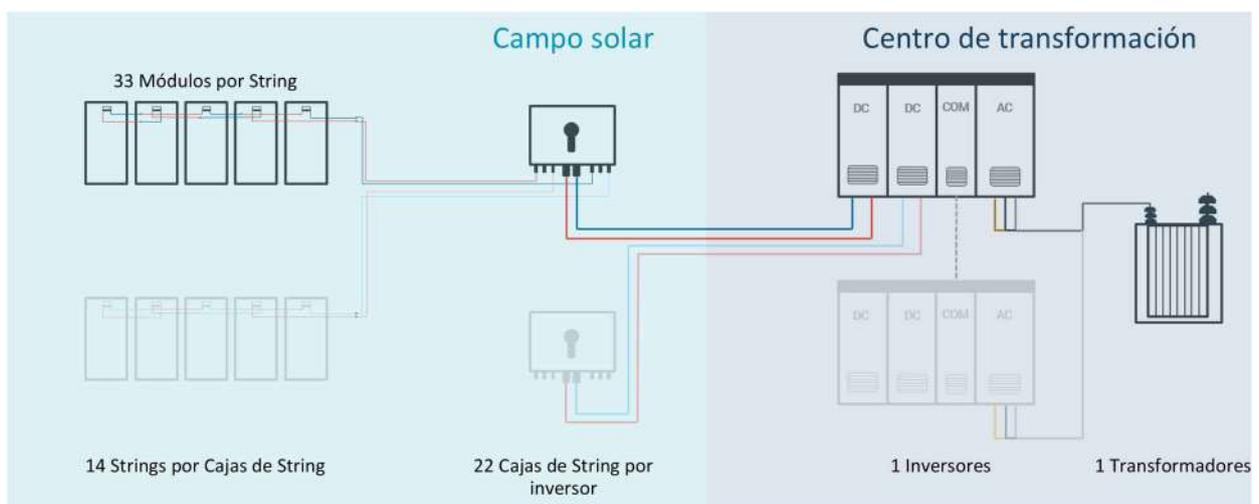


Figura 13. Diagrama simplificado de la configuración eléctrica

8.1. Módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico se ha seleccionado a efectos de desarrollar el Proyecto, pero que podrá cambiar en una fase posterior es el modelo Bifacial RSM120-8-600BMDG, fabricado por Risen Energy Co., Ltd. Tiene una potencia máxima de 600.0 W, y la tecnología de las células es Si-mono.

El módulo tiene un factor de bifacialidad del 70.00 %.

Las características del módulo fotovoltaico elegido se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Características del módulo fotovoltaico

Características del módulo fotovoltaico	
Características principales	
Modelo	RSM120-8-600BMDG
Fabricante	Risen Energy Co., Ltd
Tecnología	Si-mono
Tipo de módulo	Bifacial
Máxima tensión	1.500 V
Standard test conditions (STC)	
Potencia máxima	600,0 W
Eficiencia	21,23 %
Tensión MPP	34,5 V
Corriente MPP	17,40 A
Tensión a circuito abierto	41,7 V
Corriente de cortocircuito	18,26 A
Coefficientes de temperatura	
Coefficiente de potencia	-0,340 %/°C
Coefficiente de tensión	-0,249 %/°C
Coefficiente de corriente	0,040 %/°C
Características mecánicas	
Largo	2.172,0 mm
Ancho	1.303,0 mm
Grosor	0,04 mm
Peso	35,0 kg

Un ejemplo de módulo Bifacial Si-mono se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Ejemplo de un módulo fotovoltaico Bifacial Si-mono. Fuente Risen

8.2. Seguidor de un eje N-S

Los módulos solares fotovoltaicos se montarán en seguidores solares de un eje orientados Norte-Sur, integrados en estructuras metálicas que combinan piezas de acero galvanizado y aluminio, formando una estructura fijada al suelo.

En la Figura 15 se muestra un ejemplo de un seguidor de un eje.

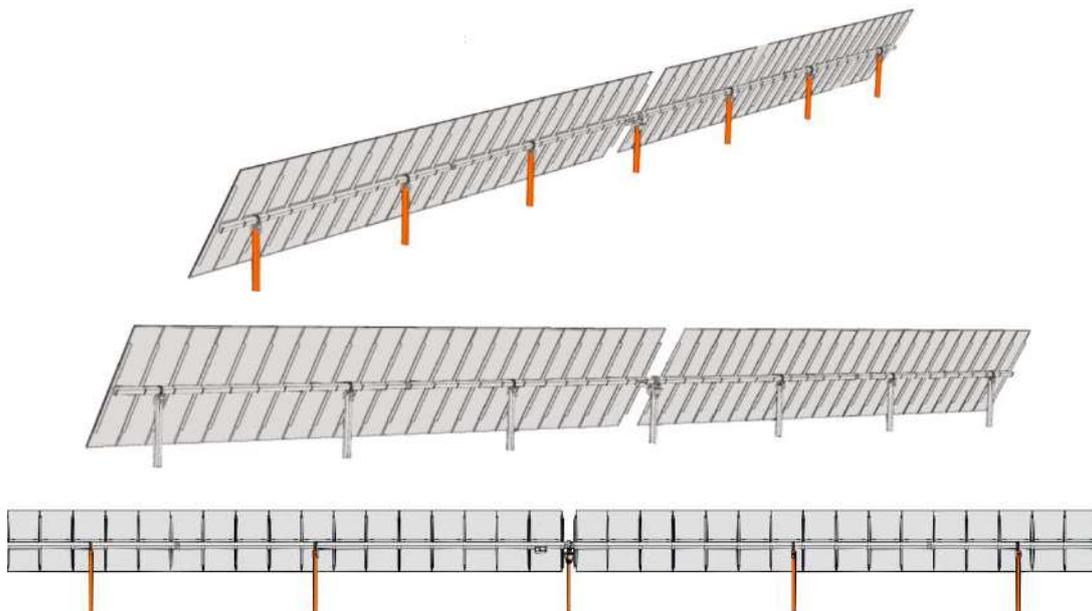


Figura 15. Ejemplo de un seguidor de un eje. Fuente: Soltec SF7 Bifacial conf. 46x2 y 34x2

Los seguidores de un eje están diseñados para minimizar el ángulo de incidencia entre los rayos solares y el plano perpendicular al panel fotovoltaico.

Los Seguidores Bifacial recogen energía tanto en su parte frontal como en la trasera, ya que capta la luz solar reflejada en el suelo bajo el seguidor solar. En las condiciones adecuadas, la producción de energía se incrementará más de un 30 por ciento.

Las características proporcionan compatibilidad bifacial debido a la mayor altura de montaje, a la parte trasera libre de sombras y unos pasillos más anchos entre las filas de seguidores superficies.

Además de dar como resultado una mayor altura de montaje de los módulos bifaciales, lo que reduce la intensidad de la sombra del propio seguidor y maximiza el rendimiento bifacial. También se evita la principal desventaja la sombra del eje sobre la parte trasera del panel bifacial.

Los pasillos entre filas de seguidores de doble anchura facilitan el aumento de captura del albedo reflejado desde el suelo y desde los módulos solares de los seguidores adyacentes.

Los pasillos más anchos también permiten el paso de vehículos de lavado y control de vegetación, lo que reduce los costes de operación y mantenimiento.

La solución de gestión del cableado DC Harness StringRunner y la ausencia de amortiguadores no solo eliminan el sombreado de la parte trasera, sino que también protegen el cable contra condiciones ambientales, lo que hace que no requiera mantenimiento.

El sistema de seguimiento consiste en un dispositivo electrónico capaz de seguir el sol durante el día.

Las principales características del sistema de seguimiento se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6. Principales características del seguidor de un eje

Características del seguidor de un eje	
Modelo	SF7 Bi-facial ver. 2
Fabricante	Soltec
Tecnología	Single-row
Configuración	2V
Ángulos límite de seguimiento	+60 / -60 °
Número de módulos por fila	66 módulos (máximo 90 módulos)
Distancia entre filas	12.1 m
Altura del punto más bajo	2.1 m
Diseñado para módulos	BIFACIAL
Distancia adicional para el motor	481.0 mm
Distancia adicional para la viga de torsión	150.0 mm
Distancia entre módulos en la dirección axial	29.0 mm
Distancia entre módulos en la dirección pitch	0.0 mm

8.3. Cajas de string

Las cajas de agrupación de strings recogen la energía generada por el campo DC, conectan las strings en paralelo al inversor y proporcionan protección eléctrica al campo fotovoltaico.

Para hacer coincidir el número de entradas de los inversores, varias strings en paralelo se concentrarán para funcionar como un único circuito.

Los cuadros de conexiones deben instalarse con un fusible por string para proteger cada conjunto.

Se instalarán descargadores de DC de sobretensión y un interruptor de DC se ubicará en la línea de salida.

Además, se puede instalar un sistema de comunicación para controlar la corriente y el voltaje de la string.

Se muestra un ejemplo de caja de agrupación en la Figura 16 y conexasiónada Figura 17.



Figura 16. Ejemplo de caja de agrupación de strings Fuente: Siemens

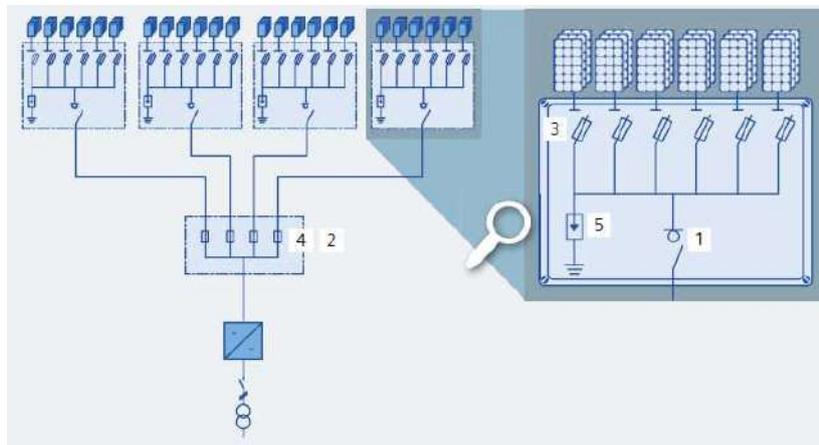


Figura 17. Ejemplo de conexión caja de agrupación de strings Fuente: Siemens

Las cajas de string se instalarán en un lugar sombreado y serán fácilmente accesibles para facilitar los trabajos de mantenimiento.

Se colocarán detrás de los módulos fotovoltaicos y, si es posible, utilizando los polos de estructura existentes, para que permanezcan a la sombra y para evitar daños causados por el agua de lluvia u otros fenómenos meteorológicos.

Las principales características de las cajas de string se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Características principales de las cajas de string

Características de las cajas de strings	
Máxima tensión admisible	1.500 V
Número de entradas de strings	14
Máxima corriente del fusible	25 A
Corriente del interruptor	400 A
Protección de sobrecarga	Sí

8.4. Inversor central

El inversor convierte la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna.

Está compuesto por los siguientes elementos:

- Una o varias etapas de conversión de energía de DC a AC, cada una equipada con un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).

El MPPT variará la tensión del campo DC para maximizar la producción en función de las condiciones de operación.

- Componentes de protección contra altas temperaturas de trabajo, sobre o baja tensión, sobre o subfrecuencias, corriente de funcionamiento mínima, falla de red del transformador, protección anti-isla, comportamiento contra brechas de tensión, etc.

Además de las protecciones para la seguridad del personal de plantilla.

- Un sistema de monitorización, que tiene la función de transmitir datos relacionados con la operación del inversor al propietario (corriente, tensión, alimentación, etc.) y datos externos de la monitorización de las cadenas en el campo DC (si hay un sistema de monitoreo de strings).

En la Figura 18 se muestra un inversor tipo comúnmente usado para proyectos fotovoltaicos.



Figura 18. Ejemplo de un inversor central y dimensiones. Fuente Wstech-Siemens Joint Venture

Las principales características del inversor seleccionado se muestran en la Tabla 8

Tabla 8. Características del inversor

Características del inversor	
Características principales	
Modelo	SINACON PV5000
Tipo	CENTRAL
Fabricante	Siemens
Máxima eficiencia de conversión de DC a AC	98.83 %
Entrada (DC)	
Rango búsqueda MPPT	1.006 – 1.500 V
Tensión máxima de entrada	1.500 V
Salida (AC)	
Potencia nominal ajuste	4.750,0 kVA
Potencia nominal a 30 C (datasheet)	5.000,0 kVA
Potencia nominal a 50 C (datasheet)	5.000,0 kVA
Tensión de salida	690 V
Frecuencia de salida	50 Hz
Número de inversores	10
Potencia nominal de los inversores	4.750-5.000 kW

8.5. Transformador

El transformador de potencia eleva la tensión de salida AC del inversor para lograr una transmisión de mayor eficiencia en las líneas de media tensión de la planta fotovoltaica.

Un ejemplo de un transformador de potencia se muestra en la Figura 19.



Figura 19. Ejemplo Vistas de un transformador de potencia Fuente Siemens

Las principales características del transformador de potencia se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Características del transformador de potencia

Características transformador de potencia	
Potencia nominal regulada	4.750,0 kVA
Potencia nominal	5.000,0 kVA
Relación de potencia	0,69/30,0kV
Sistema de refrigeración	ONAN
Cambiador de tomas	2.5%, 5%, 7.5%, 10%
Corto circuito (Xcc)	0,08
Número de transformadores	10

8.6. Centro de Potencia

Los centros de potencia (P.S.) son plataformas al aire libre.

La tensión de la energía recolectada del campo solar se incrementa a un nivel más alto con el propósito de facilitar la evacuación de la energía generada.

El conjunto de los equipos inversores asociado con los transformadores, sistemas auxiliares y de control constituyen los centros de potencia.

Un ejemplo de un centro de potencia interior se muestra en la Figura 20 y Figura 21.



Figura 20. Ejemplo de centro de potencia de exterior Fuente Siemens

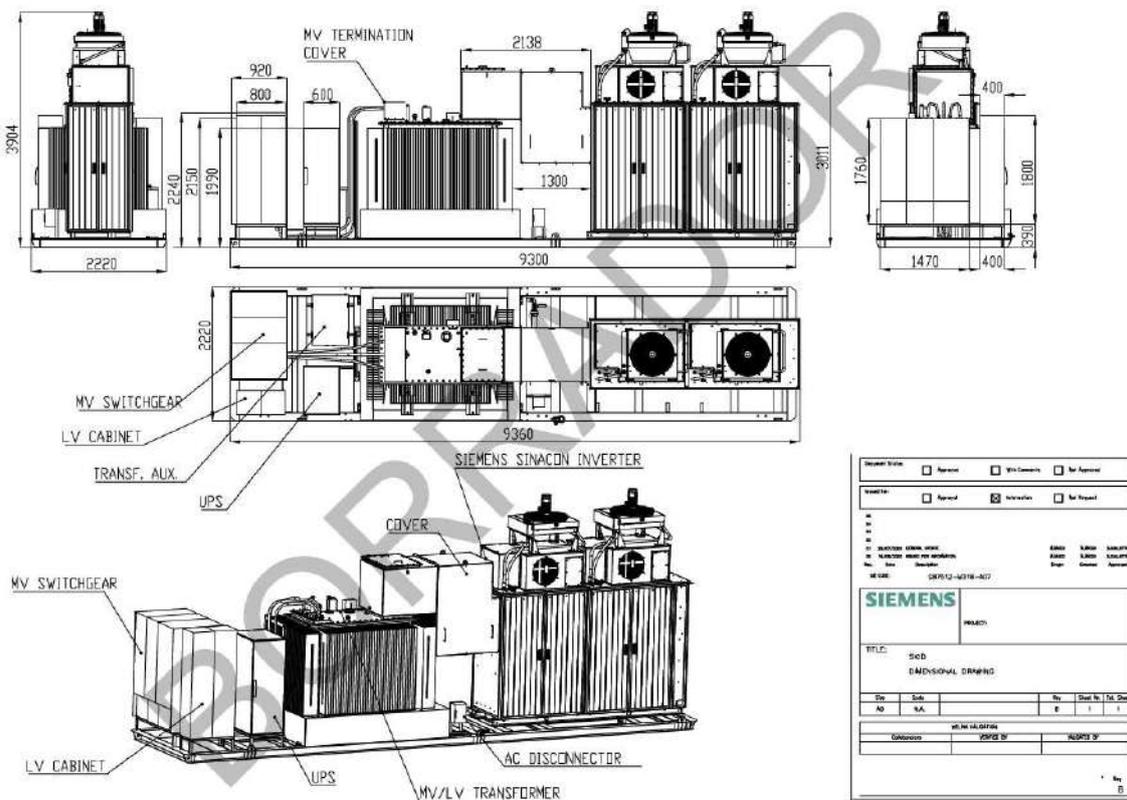


Figura 21. Ejemplo Dimensiones centro de potencia tipo PV skid de exterior Fuente Siemens

El centro de potencia se suministrará como mínimo con interruptores de media tensión que incluyen una unidad de protección de transformador, una unidad de alimentación directa de entrada, una unidad de alimentación directa de salida y las placas eléctricas.

Los dispositivos de maniobra a incluir como detalle básico:

- Interruptor de potencia

Los interruptores de potencia de las celdas tipo 8DJH 36 o similar trabajan en base a la moderna tecnología del corte en vacío.

La unidad de corte al vacío está montada en la cuba de la celda conjuntamente con el interruptor de tres posiciones, quedando así protegida contra las influencias medioambientales.

Los mecanismos de funcionamiento de los interruptores de potencia se encuentran fuera de la cuba.

Tanto los tubos de maniobra como los mecanismos de funcionamiento son libres de mantenimiento.

Los interruptores de potencia disponen del equipamiento básico siguiente:

- Mecanismo de funcionamiento libre de mantenimiento para el interruptor de potencia
- Indicador de posición
- Maniobra mecánica de Cierre y Apertura con pulsadores
- Contador de ciclos de maniobra
- Disparo libre (trip-free) según IEC

El interruptor de potencia al vacío tipo IP 2 o similar está diseñado para 6 operaciones de corte con corriente asignada de corte en cortocircuito (20 operaciones de corte como opción).

Su secuencia de maniobras asignada es O-3 min-CO-3 min-CO.

- Interruptor de tres posiciones

El interruptor de tres posiciones combina las funciones de Seccionamiento y Puesta a Tierra en un dispositivo de maniobra.

El número de componentes se reduce considerablemente; el enclavamiento entre las funciones resulta automáticamente debido a su diseño constructivo.

Los polos del interruptor están montados en la cuba de la celda, sin embargo, el mecanismo de funcionamiento se encuentra en el exterior, en la caja del mecanismo frontal.

El interruptor se acciona a través de dos aberturas de mando separadas situadas en el frente de mando, las cuales facilitan una selección clara de las funciones de Seccionamiento y Puesta a Tierra.

El interruptor de tres posiciones que esté disponible con las características de equipamiento siguientes:

- Mecanismo a resorte libre de mantenimiento
- Accionamiento manual de los mecanismos a resorte para Seccionamiento y puesta a Tierra mediante palanca giratoria; sólo un sentido de maniobra según recomendación VDN/VDEW (mecanismo motorizado para Seccionamiento como opción)
- Indicadores de posición mecánicos para las funciones de Seccionamiento y Puesta a Tierra
- Dispositivo de inmovilización (opción) para impedir maniobras no autorizadas o no intencionadas
- Bloque de contactos auxiliares (opción) con 2 inversores + 1 NA + 1 NC para la función de Seccionamiento, así como 2 inversores + 1 NA + 1 NC para la función de Puesta a Tierra

En funciones con interruptor de potencia con los interruptores de potencia tipo IP 1 y 2 o similar se utilizan interruptores de tres posiciones adecuados para seccionamiento sin carga.

La interrupción de la corriente en servicio continuo corre a cargo del interruptor de potencia.

La función de Puesta a Tierra es con capacidad de cierre.

Un ejemplo de un de las celdas de media tensión aisladas en gas bajo envoltorio metálica con sistema de embarrado simple tipo se muestra en la Figura 22

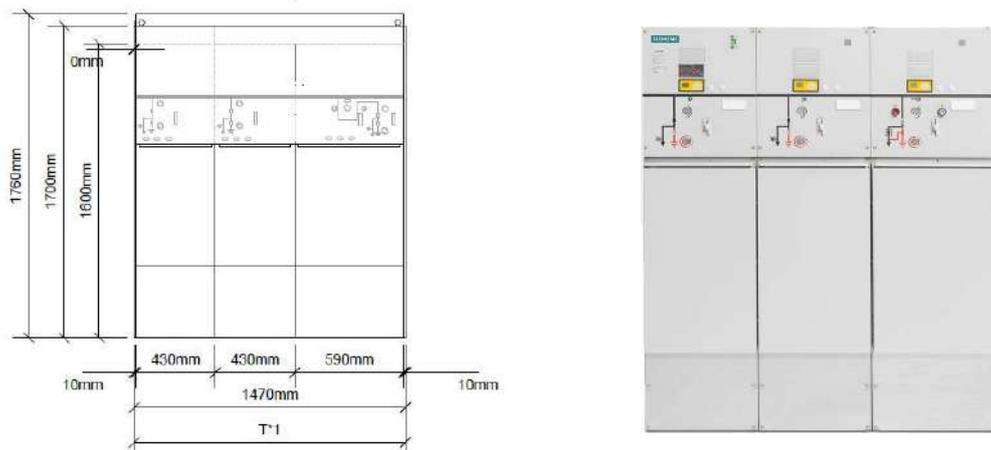


Figura 22. Ejemplo Dimensiones y vista celdas de MT 8DJH36 tipo de exterior Fuente Siemens

En particular, para el primer centro de potencia de cada línea de MT, la unidad de entrada directa no se instalará.

Las características principales del centro de potencia predeterminado se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Características del centro de potencia

Características del centro de potencia	
Potencia nominal ajuste	4.750,0 kVA
Potencia nominal máxima	5.000,0 kVA
Número de inversores	1
Número de transformadores	1
Relación de potencia	0,69/30,0kV
Servicio	Exterior
Número de centros de potencia	10

8.7. Centro de Seccionamiento

El centro de seccionamiento compuesto por un grupo de celdas MT cumple las funciones:

- Celdas de alimentación.
- Protección por medio de interruptores.
- Celdas de medición.
- Protección por medio de fusibles.

El sistema de barra simple se ha elegido para las celdas MT aisladas por gas. Sistema 30,0 kV formado por 1 celda MT que conecta la planta solar fotovoltaica a la red.

Tabla 11 Sistema de Barra Simple

Características de la Barra	
Tensión nominal	30,0 kV
Intensidad nominal	1.250 A
Corriente de cortocircuito	25,0 kA
Frecuencia nominal	50 Hz

Los principales equipos que forman las celdas del centro de seccionamiento son:

- Los **interruptores** mecanismos que permiten conectar y desconectar circuitos eléctricos.
- Los **seccionadores** se utilizan para aislar partes del circuito del centro de seccionamiento durante el mantenimiento.

Las características nominales de c/interruptor se relaciona a continuación:

Celdas de alimentación de las líneas de entrada

El número total 2 equipadas con: Un (1) interruptor-seccionador de tres posiciones de 630 A.



Figura 23. Ejemplo celda alimentación entrada de MT

Celdas de alimentación de las líneas de salida

Conecta la planta FV a la red equipada con: Un (1) interruptor-seccionador de tres posiciones de 1.250 A



Figura 24. Ejemplo celda alimentación salida de MT

Celdas de protección por medio de interruptores

Su función principal es proteger el sistema cuando se producen picos de corriente. Además, este incorporará, un sistema de protección diferencial, equipado con:

- Un (1) interruptor-seccionador de tres posiciones de 1.250 A
- Un (1) interruptor de vacío de 1.250 A

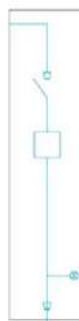


Figura 25. Ejemplo celda protección por interruptor de MT

Celdas de protección por medio de fusibles

Su función principal es asegurar que el transformador de servicios auxiliares no sufra ningún daño, protegiendo así el equipo de cortocircuitos. Los fusibles están dimensionados siguiendo el estándar IEC 60282, equipada con:

- Un (1) interruptor-seccionador de tres posiciones de 1.250 A
- Un set de tres fusibles de 10,0 A

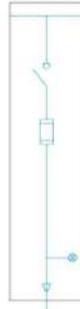


Figura 26. Ejemplo celda protección por fusible de MT

- Los **transformadores de medida** de tensión e intensidad. Estos habilitan las medidas de protección en el circuito contra corrientes de falta.
- Las **celdas MT**, contienen estos equipos para conectar las líneas provenientes de la planta FV hasta a la red.

Celdas para medición

Estas agruparán los transformadores de medición de tensión e intensidad, que son instalados de forma que se pueda facilitar su sustitución.

Equipadas con:

- Un set de tres transformadores de corriente.

Transformador de intensidad

Intensidad nominal del primario 1.250 A

Intensidad nominal del secundario 5 A

Número de devanados secundarios 1

Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo) 15,0 VA, CI 0,2s

- Un set de tres transformadores de tensión.

Transformador de tensión

Relación de transformación 30,0:√3 /0,11 kV

Número de devanados secundarios 1

Potencia de salida y clase de precisión (Primer núcleo) 25,0 VA, CI 0,2

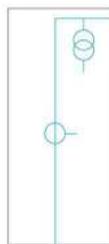


Figura 27. Ejemplo celda medición

El dimensionado y los cálculos realizados se basan en los estándares IEC.

Cables

Conectan las celdas de media tensión a la red, su dimensionado se considera por la sección, criterios de corriente máxima admisible, caída de tensión y de cortocircuito siendo seleccionado:

12 x Sección 1x150 mm² Al XLPE Directamente enterrado

La descripción actual del proyecto podría verse sujeta a cambios en las siguientes etapas del desarrollo.

Las principales características del proyecto se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Características del centro de seccionamiento

Características del centro de seccionamiento	
Capacidad del centro de seccionamiento	47,5 MVA
Nivel de media tensión	30,0 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo	145,0 kV
Frecuencia	50 Hz
Instalación	Interior
Tecnología	Celdas modulares aisladas por SF6
Configuración	Simple Barra
Celda de salida	1
Celda de entrada desde la PSFV	2
Celdas auxiliares	1
Celdas de medición	1

En total, dos sistemas formados por 1 celda de media tensión cada uno que evacuarán la energía generada por la planta FV directamente a la red entre la línea de doble circuito de evacuación 30 kV hasta llegar a la SE San Saturnino.

9. DIMENSIONAMIENTO PLANTA FOTOVOLTAICA

9.1. Configuración eléctrica

El conjunto de generadores fotovoltaicos consta de módulos fotovoltaicos conectados en serie y asociaciones en paralelo.

Esta configuración está definida por las características técnicas del módulo y el inversor, los requisitos del sistema de potencia y las condiciones meteorológicas de la ubicación específica en España.

La metodología utilizada para definir la configuración eléctrica consiste en dimensionar las strings de módulos, los cuadros de agrupación eléctricos, el cableado y los inversores para encontrar una configuración eléctrica que satisfaga el objetivo de ratio DC/AC.

Algunos de los criterios de diseño considerados fueron:

- Alcanzar la tensión máxima en DC posible, respetando la tensión máxima nominal de los módulos fotovoltaicos, 1500 V. Esto se hace para minimizar las pérdidas de transmisión de energía de DC.
- Sobredimensionamiento del generador fotovoltaico (lado de DC) con respecto a la potencia nominal del sistema de AC, para maximizar el rendimiento energético.

Las principales características de la configuración eléctrica se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Características de la configuración eléctrica

Características de la configuración eléctrica	
Potencia nominal de la planta	47,5 MWac
Potencia máxima de la planta	60,0 MWdc
Ratio DC/AC	1.263
Potencia instalada de acuerdo a definición RD 1183/2020 determinada por la potencia de los inversores"	50 MWn
Módulos por string	33
Strings por inversor	303
Número de inversores por centro de potencia	1
Transformadores por centro de potencia	1

La red de media tensión que conecta los centros de potencia a cada centro de seccionamiento, está compuesta por 3 líneas de media tensión.

9.2. Diseño del cableado eléctrico

El objetivo al calcular las características del cableado eléctrico es minimizar las longitudes y secciones del cable.

Las secciones se seleccionan de acuerdo con la norma IEC 60502-2.

Para calcular la sección del cable, se consideraron la caída de tensión, la capacidad de carga de corriente y la corriente de cortocircuito.

La caída de tensión máxima permitida fue 1.2% para el lado de DC, y 0.5% para los cables de AC de la red de MT.

Un cable de tierra de 35 mm² será instalado para las zanjas de baja tensión y media tensión, mientras que uno de 50 mm² será instalado en el caso de los centros de potencia.

Un resumen de las secciones de cable seleccionadas y su método de instalación se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14. Resumen de las secciones de cable seleccionadas

Sección [mm ²]	Material conductor	Material aislante	Tipo de instalación
De Strings a Caja de string			
6 mm ²	Cu	XLPE	Sujeto a estructuras
10 mm ²	Cu	XLPE	Sujeto a estructuras
De Caja de String a Inversor			
630 mm ²	Al	XLPE	Enterrada en zanjas
500 mm ²	Al	XLPE	Enterrada en zanjas
De CT al Centro de seccionamiento			
630 mm ²	Al	XLPE	Enterrada en zanjas
300 mm ²	Al	XLPE	Enterrada en zanjas

9.3. Obras civiles

Algunos de los parámetros considerados para las obras civiles requeridas para construir la planta fotovoltaica se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Obras civiles

Obras civiles	
Distancia entre filas (Pitch)	12.1 m
Distancia entre filas consecutivas	0.5 m
Ancho de camino	4.0 m
Sección máxima de zanjas BT	0.8 m ²
Sección máxima de zanjas MT	1.2 m ²

Adecuación del Terreno.

Las labores de obra civil necesarias para su adecuación son:

- Nivelación, desbroce y limpieza del terreno de la zona de seguidores y caminos por medios mecánicos. Se ha considerado la limpieza de todas las parcelas excluyendo árboles y vegetación a respetar. Se ha considerado el despeje y desbroce de todas las áreas donde se instalen los paneles.
- Excavación mecánica de las zanjas para alojar los conductores eléctricos, siguiendo el trazado y con la sección indicada.
- Transporte de tierras procedentes de excavaciones al vertedero.
- Se incluyen los viales exteriores e interiores con las características técnicas que resulten de la ingeniería de detalle en base a la topografía y geotécnico. Deberán cumplir con todos los requisitos técnicos en el uso de áridos como PG3, así como los requisitos de seguridad para O&M.
- Pavimento de arena de 10 cm de espesor con un 40% de arena de río y un 60% de arena de miga, compactada y perfilada por medio de motoniveladora, en las zonas de caminos, control y parking.

Cimentación de la Estructura.

El tipo de cimentación para la transmisión de los esfuerzos al terreno, vendrá dada por el contratista, asumiendo así la responsabilidad y alcance del sistema elegido no dando lugar a modificaciones en plazo y precio y/o cualquier alteración en el sistema elegido. No obstante, se prefiere hincado directo de perfiles como método de cimentación para la estructura fotovoltaica.

Se aplicarán todas las restricciones impuestas o cualquier otro requerimiento legal impuesto por las autoridades locales o nacionales, así como las prescripciones realizadas por el cliente o entidad financiadora.

De manera informativa se adjuntará con la documentación estudios geotécnicos del terreno no responsabilizándose ABY INFRAESTRUCTURAS la exactitud o validez de estos.

Zanjas para Conductores y Bandejas.

Para el trazado subterráneo de los conductores eléctricos se excavarán zanjas a lo largo del parque fotovoltaico. Dichas zanjas conectarán todos los centros de potencia entre sí y llegarán hasta el centro de seccionamiento del parque fotovoltaico.

La mínima profundidad a la cual los cables de baja tensión van a ser situados es el caso de que sea necesaria la realización de zanjas, éstas serán de 0,70m de profundidad mínima y una anchura mínima de separación horizontal 0,00m (BT) y 0,20m (MT) respectivamente.

El lecho de zanja deberá ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.

En él se colocará una capa de arena de río lavada de 10 cm de espesor, sobre la que se depositará el cable o tubos ambas soluciones posibles a instalar, los cuales se cubrirán con otra capa de arena de 15 cm. Como protección mecánica se instalará a todo lo largo del trazado del cable por encima de la segunda capa de arena, constituida por placas de señalización homologadas.

A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación (si esta fuera apta para relleno), de 20 cm de espesor, apisonada por medios manuales, cuidándose que esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra y a una distancia mínima del suelo de 10 a 30 cm de la parte superior del cable, se colocará una cinta de señalización, como advertencia de presencia de los cables eléctricos. A continuación, se terminará por rellenar con tierra procedente de la excavación, utilizando compactación por medios mecánicos.

Todo el tendido de los conductores eléctricos y de comunicaciones se realizará sobre la arena el cable(s) o tubos con cables entubados en zanja o en bandeja cubierta con tapa, no quedando expuestos los cables en ningún caso, ambas soluciones posibles tomando la decisión oportuna la contratista EPC, con cualquiera de las dos soluciones que suponga un ahorro de alguna respecto a la otra

En los cruces de caminos interiores todas las zanjas se hormigonarán con al menos 25 cm de hormigón HA 125 armado.

Serán instaladas arquetas solo cuando sean necesarias para construcción o operación.

Se colocarán arquetas de registro, con marco y tapa metálicos cada 50 m. en caso de que exista cable tendido bajo tubo, cada cruce de zanjas, registro de entrada y salida de cables de edificios o cambio aéreo-enterrado del cable (de zanja a bandeja). Las arquetas deberán estar protegidas exterior e interiormente para evitar la entrada de agua, animales, etc... en lo posible. Quedando todos los tubos de entrada/salida de cables sellados con poliuretano.

Las arquetas serán aptas para tráfico pesado en caso de encontrarse en zonas de circulación de vehículos.

Zanjas para conductores de baja tensión

- Los conductores de baja tensión irán situados sobre la arena ó en tubos ambas soluciones posibles tomando la decisión oportuna la contratista EPC, con cualquiera de las dos soluciones que suponga un ahorro de alguna respecto a la otra, que se enterrarán en las zanjas y se rellenarán con las mismas tierras extraídas en la excavación.
- Los tubos tendrán el diámetro adecuado para que permita un fácil alojamiento y extracción de los conductores, así como para cumplir con la normativa vigente.
- Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia de los tubos con conductores eléctricos, su distancia mínima del suelo será de 0,10 m y a la parte superior de los tubos de 0,25 m.
- En los puntos donde se produzcan cambios de dirección, y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa. También se instalarán arquetas en los tramos rectos, siendo la separación máxima entre arquetas de 40 metros. Serán instaladas las arquetas solo cuando sean necesarias para construcción o operación.
- En los tramos donde haya un cruce con caminos, los tubos se envolverán en una capa de concreto para darles protección.
- El cableado entre los módulos será fijado a la estructura soporte y bajo tubo en zanja a la entrada de la caja de strings.
- El cableado entre módulos y las cajas de string, sobre la misma fila serán fijados directamente a la estructura existente. El conexionado entre módulos se realizará en tresbolillo, por ello el panel FV debe tener un cable de al menos 1,2 metros de longitud.
- Los cables de CC desde las string Boxes a las PowerStation serán enterrados directamente en las zanjas de baja tensión (BT), según el diseño.

Zanjas para conductores de media tensión

- Los conductores de media tensión irán entubados directamente enterrados en zanjas subterráneas, el lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se dispondrá de una capa de arena de río lavada, de espesor mínimo de 5 cm sobre la que se colocará el tubo que alojará el cable. Sobre éste se agregará otra capa de arena de río lavada.
- La zanja se rellenará con las mismas tierras de excavación extraídas.
- Se colocará sobre los conductores una placa que sirva como protección mecánica y señalización para los conductores.
- En los tramos donde haya cruce con caminos, los conductores se introducirán en tubos embebidos en una capa de hormigón para darles protección.
- En estas zanjas también se instalará un tubo para la conducción de la fibra óptica para los sistemas de comunicación del parque.
- El cableado entre las PowerStation y el centro de seccionamiento se llevará enterrado directamente en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.

Dichas zanjas pueden incluir varias filas de cables de baja tensión y cables de media tensión. Los cables de baja tensión serán posicionados primero y después se incluirán los cables de media tensión.

En la Figura 28, se muestra la sección transversal de una zanja simplificada.

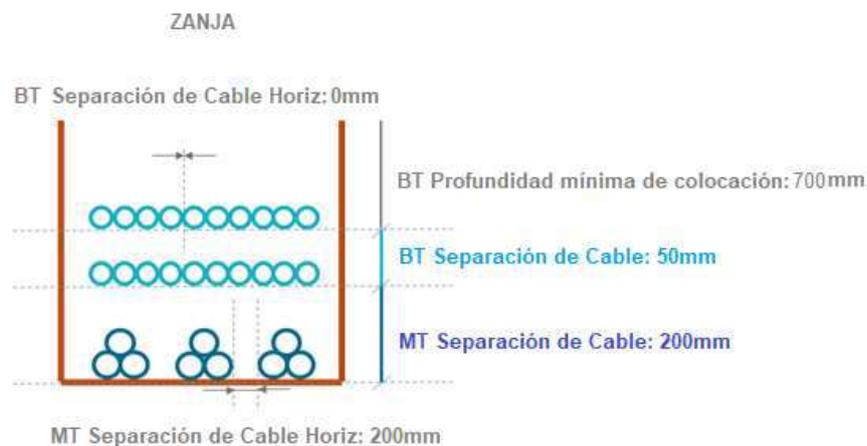


Figura 28. Sección transversal de una zanja simplificada

La mínima profundidad a la cual los cables de baja tensión van a ser situados es de 700mm. Los cables horizontales estarán en contacto entre ellos en el caso de cables de baja tensión.

Una separación horizontal de 200mm se incluye para los cables de media tensión. El espacio horizontal entre las filas de cables y zanjas será de 50mm.

La separación vertical entre cables será de 50mm para cables de baja tensión y 200mm para cables de media tensión.

La separación vertical entre la última fila de los cables de baja tensión y la primera fila de los cables de media tensión será de 200mm (entre tendido y tendido).

Las zanjas para los cables de media tensión tienen una profundidad mínima de tendido de cables de 700mm.

En la Tabla 14 se muestra la sección de las zanjas usadas en el diseño junto a la longitud total de zanja y el volumen para cada tipo.

Tabla 20. Secciones transversales de las zanjas

Tipo de zanja	Sección transversal [mm]	Longitud [m]	Volumen [m3]
Zanja de baja tensión	400,0 x 1.000,0	19.832,11	7.932,84
Zanja de baja tensión	800,0 x 1.000,0	443,25	354,60
Zanja de media tensión	1.200,0 x 1000,0	4.706,73	5.648,07
Zanja de media tensión	800,0 x 1.500,0	3.185,77	2.548,61
Zanja de media tensión	400,0 x 1.000,0	5.404,09	2.161,64

Zanjas para el sistema de vigilancia

- La zanja de vigilancia discurrirá por todo el perímetro del parque, paralela al vallado.
- En dicha zanja se instalarán tubos para los cables de alimentación del sistema de vigilancia y la fibra óptica para la comunicación de este.
- La zanja se rellenará con las mismas tierras extraídas en la excavación.
- La zanja contará con una cinta señalizadora sobre los conductores para

advertir de la existencia de conductores eléctricos.

- El cableado perimetral de sistema de seguridad será diseñado enterrado directamente en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.

Vallado Perimetral y Acceso a Planta.

Se realizará un vallado perimetral común para el conjunto de instalaciones fotovoltaicas.

La ejecución del acceso a la planta si fuera necesario o mejora del acceso existente cumpliendo las mismas especificaciones de los caminos interiores de la planta.

En el recinto quedarán encerrados todos los elementos descritos de las instalaciones.

El vallado se ejecutará en malla metálica, cumpliendo las características exigidas según legislación local y practica para permitir la libre circulación de la fauna silvestre, es decir, de tipo cinegético, y en todo caso respetando la normativa vigente que resulte de aplicación.

- Para el vallado perimetral, se plantea un cerramiento metálico con postes de acero galvanizado en caliente, cada 3 metros, cimentado en zapatas de hormigón de 40 cm de profundidad.
- Sistema de iluminación exterior en las áreas de entrada + centro de seccionamiento según tipo y cantidad lumínica indicado en normativa vigente controlada desde el edificio de mando.
- Edificio de control y mando, además de almacén dentro del recinto de la SE Promotores, estos se detallarán en su respectivo proyecto fuera del alcance de este.

Un perímetro total de 11,64 km de vallado rodea las diferentes áreas de la planta fotovoltaica.

El vallado tiene dos metros de altura y tres metros entre postes según legislación local y practica (cinegético).

Cada 50 metros de vallado, un poste de luz de cuatro metros de altura y un sistema de protección de microondas serán instalados.

Dicho sistema de iluminación exterior estará en las áreas de entrada + centro de seccionamiento.

Cada 100 metros de vallado, un poste para videocámaras de seis metros de altura será instalado.

Al menos considerar cuatro unidades de estación meteorológica (min. 3 por cada 50 MWp).

Viales y Caminos del Parque Fotovoltaico

El camino en el parque fotovoltaico que unirá los centros de potencia tendrá una anchura mínima de 3 m.

El camino perimetral tendrá una anchura mínima de 4 m y un perfilado de la cuneta triangular para la escorrentía de las aguas de lluvia. Será apto para el transporte de equipos pesados que puedan circular durante la construcción del parque o durante mantenimientos. Dicho camino recorrerá a su vez todo el perímetro del parque.

Para el diseño de la planta fotovoltaica bajo estudio, viales de 4.0 m han sido utilizados.

Estos viales suponen una distancia total de 15,54 km.

- Dichos viales internos se han diseñado de 4 metros (serán más anchos en caso de implantar baterías), si bien se ha dejado espacio suficiente en la estación de potencia para el paso de una grúa. Se ha tenido en cuenta que conecten todos los centros de potencia, el centro de seccionamiento y el acceso a la misma, no considerándose vial perimetral de la misma.
- Se ha considerado como mínimo 4 unidades de estación meteorológica en toda la superficie del parque (criterio de diseño min. 3 por cada 50 MWp).

Se ejecutarán todos los trabajos necesarios para facilitar el acceso y la circulación en la planta de todo tipo de vehículos (pesados y ligeros) y personas, quedando dentro del alcance los trabajos de mejora o ampliación de caminos o carreteras existentes, accesos a planta, línea de evacuación con camino para mantenimiento, centro de seccionamiento, caminos internos, perimetrales y externos.

Para la realización de las labores de mantenimiento los caminos principales se ejecutarán de acuerdo a las normativas vigentes en materia de caminos para tráfico pesado.

Se realizarán todos los pasos y cruces necesarios para tener acceso a todos los equipos, estructuras y centro de seccionamiento incluidos dentro del alcance del proyecto. Se

realizarán todas las tareas de control del polvo impuestas en los documentos y normativas aplicables al proyecto.

Se aplicarán todas las restricciones impuestas o cualquier otro requerimiento legal impuesto por las autoridades locales o nacionales.

Drenajes

- Se ha considerado una red de drenaje perimetral y otra red de drenaje interior en forma de cuneta en el lado de los viales internos donde se recoja el agua de escorrentía.
- Las zanjas de las carreteras utilizadas para el drenaje y para canalizar el agua se colocan a un lado de las carreteras.

Se ejecutarán todas las medidas necesarias para realizar una correcta evacuación de las aguas que puedan afectar de alguna manera a la integridad del proyecto cualquiera que sea su procedencia, incluyendo todos los pasos necesarios para acceder a todas las zonas del área del proyecto.

Se evitará implantar estructuras en la zona de afección por posible inundación cercana a la quebrada y en la misma, así como en la salida de esta última.

Se aplicarán todas las restricciones impuestas o cualquier otro requerimiento legal impuesto por las autoridades locales o nacionales.

La evacuación de aguas se realizará conforme a los permisos aprobados por los organismos autorizados para tal efecto, así como la ubicación de los equipos y estructuras.

Previamente a la presentación ante los organismos autorizados, ABY INFRAESTRUCTURAS deberá aprobar el proyecto de evacuación de aguas propuesto por el contratista.

Sistema de Vigilancia.

Se instalará un sistema de seguridad en todo el perímetro de la instalación.

Para la protección del perímetro se utilizará un sistema de videovigilancia con cámaras térmicas (FLIR) y el apoyo de cámaras motorizadas con análisis de video, e iluminación sorpresiva todo el sistema irá conectado a una central de alarmas CRA. Las cámaras se distribuirán por todo el perímetro de la instalación alimentándose mediante UPS, todo el cableado perimetral para esta alimentación será diseñado y se llevarán enterrados

directamente en zanjas que discurren por todo el perímetro del vallado de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.

Para el sistema de vigilancia se prevé una instalación sobre postes de hasta 3 metros de altura libre con un cimentado en zapatas de hormigón de 40 cm de profundidad.

Además, el sistema de seguridad: tendrá cada cámara que estar en el campo visual de por lo menos una otra o cada entrada en el campo visual cercano de por lo menos una cámara (distancia < 20 m) o zona de almacenamiento materiales (spare parts) en el campo visual cercano de por lo menos una cámara (distancia < 20 m)

Las canalizaciones deberán ir con tubos en todo su recorrido y con arquetas registrables (con marco y tapa metálicos) en las canalizaciones y puesta a tierra de báculos. En caso de encontrarse las arquetas en paso de vehículos, éstas serán aptas para tráfico pesado.

En la Tabla 20, se muestra cantidades estimadas de la obra civil según superficie del PSFV.

Tabla 20. Cantidades Estimadas Obras civiles




Fecha 2021/04/20

Diseño 1			
Proyecto Tram. Adm. "SOLAR GABIAS 1" 60 MWp			
Num		Unidad	Cantidad
5.3	OBRA CIVIL		
5.3.1	Características de la localización		
5.3.1.1	Limpieza y desbroce	m2	1.053.684,21
5.3.1.2	Retirada de la capa vegetal del suelo y la vegetación	m3	210.736,84
5.3.1.3	Viales internos (4,0 m de ancho)	m	15.535,64
5.3.1.4	Cunetas de los viales (Opcional)	m	15.535,64
5.3.2	Cimentaciones		
5.3.2.1	Cimentación del Centro de Potencia	unidad	10,00
5.3.2.2	Postes estructura Op.1 - Hincado al suelo	unidad	10.612,00
5.3.2.3	Postes estructura Op.2 - Pre-perforación e hincado	unidad	10.612,00
5.3.2.4	Postes estructura Op.3 - Atornillado al suelo	unidad	10.612,00
5.3.2.5	Postes estructura Op.4 - Pre-perforación + Atornillado	unidad	10.612,00
5.3.2.6	Postes estructura Op.5 - Cimentación de hormigón	unidad	10.612,00
5.3.3	Zanjas y arquetas		
5.3.3.1	Zanjas de Baja tensión (Type 1, 400,0 mm x 1.000,0 mm)	m3	7.932,84
5.3.3.2	Zanjas de Baja tensión (Type 2, 800,0 mm x 1.000,0 mm)	m3	354,60
5.3.3.3	Arquetas de Baja tensión	unidad	425,00
5.3.3.4	Zanjas de Media tensión (Type 1, 800,0 mm x 1.000,0 mm)	m3	2.548,61
5.3.3.5	Zanjas de Media tensión (Type 2, 400,0 mm x 1.000,0 mm)	m3	2.161,64
5.3.3.6	Zanjas de Media tensión (Type 3, 1200,0 mm x 1.000,0 mm)	m3	5.648,07
5.3.3.7	Arquetas de Media tensión	unidad	275,00

5.3.3.8	Zanjas de puesta a tierra	m3	71,11
5.3.3.9	Zanjas de servicios auxiliares	m3	1.746,37
5.3.4 Seguridad y control			
5.3.4.1	Vallado de alambre metálico	m	11.642,48
5.3.4.2	Puerta de acceso	unidad	10,00
5.3.4.3	Cimentación de postes de iluminación	unidad	233,00
5.3.4.4	Cimentación de las videocámaras	unidad	117,00

9.4. Puesta a Tierras

La instalación de puesta a tierra del parque fotovoltaico se deberá realizar teniendo en cuenta la ITC-BT-18: instalaciones de puesta a tierra.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y la instalación fotovoltaica, esta separación galvánica se realizará por medio de los transformadores de MT/BT.

Dicha separación de tierras de los Centros de Potencia (PS:PowerStation), Cajas (String Boxes) con descargador de sobretensiones y red equipotencial para las estructuras metálicas del parque, circuito perimetral de seguridad y vallado perimetral, asimismo todos los conductores desnudos enterrados que formen parte de la red de tierras, se protegerán con gel higroscópico o equivalente para mejorar la conductividad y proteger al conductor de agresiones producidas por el terreno.

Los marcos de los módulos, las estructuras de soporte de los seguidores y los inversores se conectarán a tierra a través de picas de cobre. La configuración de las mismas debe ser redonda, de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno, evitando que la pica se doble debido a la fuerza de los golpes.

El sistema de puesta a tierra de la planta conectará los elementos metálicos a tierra de: estructuras fotovoltaicas, string boxes, bandeja metálica, centros de potencia, sistema de seguridad, vallado perimetral, etc. llevando el cable directamente enterrado en las zanjas de baja y media tensión.

Se utilizarán picas de 2 m de largo y con un diámetro de 14 mm² con cable de cobre desnudo según la ITC-BT-18. Estas picas se interconectarán creando una red de tierras por medio de cable desnudo de Cu de 35 mm².

Las instalaciones de M.T. de los edificios estarán dotadas de una tierra de protección y la tierra de servicio de forma que se evite transmitir tensiones peligrosas de M.T. a los equipos de B.T., se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos metálicos.
- Las envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales, si existiesen.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las carcasas de los transformadores.

La puesta a tierra de protección estará formada por una malla perimetral compuesta por un cable de Cu desnudo de 35 mm² y picas de 2 m de largo y con un diámetro de 14 mm² situadas en las esquinas de los edificios.

La tierra de servicio estará formada por picas 2 m de largo y con un diámetro de 14 mm² conectadas con un cable de Cu aislado de 25 mm².

Las tierras de servicio y protección estarán unidas entre sí, y entre las tierras del resto de centros del parque, formando una configuración de tierra única para todo el parque fotovoltaico.

Las conexiones enterradas serán con soldadura Cadwell, el resto con grapas de conexión adecuadas a sus secciones.

Continuidad de las tierras de la estructura del seguidor hasta el panel y hasta los PS, instalando en cada inversor un sistema de aterramiento del negativo del campo. Con dicho cable se realizará un circuito basado en anillos que garantice unos valores de tierra adecuados, respetando toda la normativa vigente, evitando el uso de elementos estructurales como conductores de tierra y fijando los latiguillos con las piezas con seguridad antiafloje adecuadas.

Se realizará la instalación de sistema de protección contra rayos en caso de ser necesario frente a un estudio de idoneidad. En caso de entender que es innecesaria la instalación de un sistema contra agentes atmosféricos (pararrayos), se deberá entregar un informe justificativo elaborado y firmado por técnico competente externo a la compañía adjudicataria del proyecto.

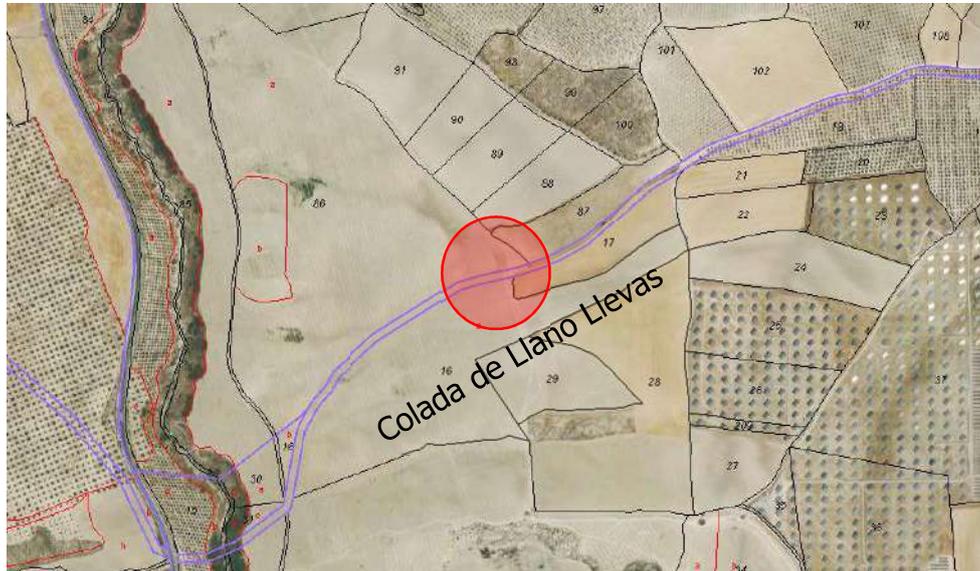
10. CRUCE DE LÍNEA ELÉCTRICA POR VÍA PECUARIA

Se ha diseñado la instalación de la planta fotovoltaica respetando una Vía Pecuaria existente, Colada de Llano Llevas, que cruza la misma planta.

De todas formas es necesario cruzar dicha Vía Pecuaria mediante de una zanja eléctrica para unificar la energía que recogen los módulos fotovoltaicos.

V.P. COLADA DEL LLANO LLEVAS. LAS GABIAS (GRANADA)

Polígono.	Parcela	RC	TM	AFECTACIÓN
900	9601	18083A900096010000UO	LAS GABIAS	Cruce Zanja de Media y Baja Tensión



SDE Electrónica del Catastro

De todas formas, es necesario cruzar dicha Vía Pecuaría mediante de una zanja eléctrica para unificar la energía que recogen los módulos fotovoltaicos.

La zanja tendrá una longitud de 15m que es la amplitud de la Vía Pecuaría.

La ocupación de la zanja no será superior a 8,25m².

Dentro de la zanja discurrirá:

- Una línea de Media Tensión con cableado tipo XLPE 18/30kV 3x1x400mm² Al, entubado con tubo de PE 200mm de diámetro exterior.
- Una línea de Baja Tensión con cableado tipo XLPE 0,6/1kV 2x1x240mm² Al, entubado en tubo de PE 200mm de diámetro exterior.

La Zanja será hormigonada ya que cruzamos la Vía.

En el plano nº11 del presente proyecto se indica detalladamente la zanja que cruzará la Vía Pecuaría.

11. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO EN UN FUTURO

Se plantea la posibilidad a medio y/o largo plazo para compensar la falta de previsibilidad y la intermitencia de la energía la incorporación de sistemas de almacenamiento que permitirá estar preparados para gestionar los flujos de energía, apoyando a la red principal y permitiendo una mayor implantación de la energía renovable.

Este almacenamiento permitirá desarrollar micro redes en áreas de difícil acceso, para **llevar la electricidad donde sea necesario**. Creando un **sistema autosuficiente en el que se podrá generar, almacenar y distribuir la energía desde la propia planta**. Además, de ser una energía limpia, de origen renovable.

Esta tecnología de **almacenamiento energético híbrido** mediante ultra condensadores y baterías salinas, servirá para regular la tensión en la red equilibrando las bajadas y subidas provocadas por la intermitencia en la energía de origen solar.

En el que funcionando dichas instalaciones de almacenamiento como servicios auxiliares **garantizarán la calidad del sistema eléctrico**. Un ultra condensador contribuye a la estabilidad de la red inyectando energía en caso de que haya algún problema en el grupo generador. El equipo se carga con la energía generada en la central, que se almacena hasta que es necesario usarla para evitar interrupciones en el servicio, contribuyendo a mejorar la estabilidad de frecuencia, solución que funciona sobre todo en redes como es el caso.

Estos nuevos sistemas de almacenamiento energético complementarán un novedoso convertidor electrónico de potencia diseñados para ayudar a optimizar el uso de los sistemas de generación energética mediante la fuente renovable, ya que el almacenamiento mediante baterías juega cada vez un papel más notorio en el mercado a medida que los avances tecnológicos facilitan su incorporación.

Entre otras ventajas, estos permitirán reducir picos de consumo, supliendo demandas puntuales en las instalaciones y obteniendo un ahorro por reducción por exceso de potencia, frecuentes en la industria productiva. Asimismo, y con la creación de la figura del agregador, el usuario podrá participar en los mercados de servicios auxiliares de red consiguiendo ingresos adicionales. Además, estos sistemas ayudan al usuario a optimizar la curva de consumo de la instalación.

Finalmente, los sistemas de almacenamiento eléctrico con baterías serán capaces de ayudar a mantener el suministro eléctrico a las cargas críticas durante pérdidas de red y restablecer la red sin necesidad de contar con una fuente alterna ante pérdidas de suministro eléctrico, proporcionando un mecanismo de arranque de emergencia.