



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

Instalación fotovoltaica de 101,52 kWp de autoconsumo con excedentes para una sociedad cooperativa oleícola en Albánchez de Mágina

Alumno: José Miguel Vidal Amezcua

Tutor: Prof. D. Jesús de la Casa Hernández
Dpto: Departamento de Ingeniería Eléctrica

Junio 2022



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Don Jesús de la Casa Hernández, tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: Instalación Fotovoltaica de 101,52 kWp de autoconsumo con excedentes para una sociedad cooperativa oleícola en Albánchez de Mágina, que presenta José Miguel Vidal Amezcua, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, junio de 2022

El alumno:

El tutor:

José Miguel Vidal Amezcua

Jesús de la Casa Hernández

ÍNDICE

1. MEMORIA TÉCNICA.....	8
1.1. Hoja de datos de la memoria	9
1.2. Objeto del proyecto	10
1.3. Promotor	10
1.4. Emplazamiento	10
1.5. Introducción.....	11
1.6. Energía solar fotovoltaica.....	12
1.7. Características básicas de la instalación	13
1.8. Disposiciones legales y normas de aplicación	13
1.9. Uso de la instalación de consumo.....	16
1.10. Clasificación de la modalidad de autoconsumo	16
1.11. Punto de conexión	17
1.12. Actuaciones a realizar en un campo solar	18
1.12.1. Vallado perimetral	18
1.12.2. Caseta de alojamiento para inversores.....	18
1.12.3. Estructura.....	18
1.13. Elementos de la instalación solar fotovoltaica.....	18
1.13.1. Módulos fotovoltaicos.....	18
1.13.2. Inversor	20
1.13.3. Cableado.....	22
1.13.4. Protecciones	22
1.13.4.1. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	22
1.13.4.2. Protección contra contactos directos e indirectos	23
1.13.4.3. Protección contra sobretensiones.	23
1.13.4.4. Puesta a tierra de la instalación.	23
1.13.4.5. Equipos de protección de tensión y frecuencia.	24
1.13.5. Monitorización y comunicaciones	25
1.13.6. Estructura soporte.....	25
1.14. Puesta en marcha	25
1.15. Garantía	26
1.16. Interés socioeconómico	26
1.17. Evaluación ambiental	26
2. CÁLCULOS	28
2.1. Distancia entre paneles.....	29
2.2. Elección del inversor	29
2.3. Configuración de ramas en serie y paralelo.....	30

2.3.1.	Número máximo de paneles en serie	30
2.3.2.	Número mínimo de paneles en serie	31
2.3.3.	Número máximo de ramas en paralelo	32
2.4.	Configuración del generador	32
2.5.	Dimensionado de conductores	33
2.5.1.	Red de corriente continua	33
2.5.1.1.	Comprobación por caída de tensión.	34
2.5.1.2.	Comprobación por criterio térmico.	35
2.5.2.	Red de corriente alterna	36
2.5.2.1.	Comprobación por caída de tensión.	36
2.5.2.2.	Comprobación por criterio térmico.	37
2.6.	Cálculo de protecciones	38
2.6.1.	Protecciones CC	38
2.6.1.1.	Protección de personas frente a choques eléctricos	38
2.6.1.2.	Protección contra sobreintensidades	38
2.6.1.3.	Protección contra las corrientes de sobrecarga	39
2.6.1.4.	Protección contra sobretensiones	40
2.6.2.	Protecciones AC	40
2.6.2.1.	Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades	40
3.	PLIEGO DE CONDICIONES	42
3.1.	Pliego de Condiciones Generales	43
3.2.	Pliego de condiciones técnicas	52
3.2.1.	Sistemas generadores fotovoltaicos	52
3.2.2.	Estructura soporte	53
3.2.3.	Inversores	53
3.2.4.	Cableado	55
3.2.5.	Protecciones	56
3.2.6.	Canalizaciones	57
3.2.7.	Puesta a tierra	57
3.2.8.	Armónicos y compatibilidad electromagnética	57
4.	GESTIÓN DE RESIDUOS E IMPACTO AMBIENTAL	58
4.1.	Antecedentes	59
4.2.	Estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición que se generan en la obra 59	
4.3.	Medidas de prevención de residuos en la obra	59
4.4.	Medidas para la separación de los residuos en obra	61
4.5.	Prescripciones del pliego de condiciones técnicas particulares del proyecto	61

4.6.	Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra	61
------	---	----

5.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	63
5.1.	Memoria descriptiva	64
5.1.1.	Emplazamiento	64
5.1.2.	Climatología	64
5.1.3.	Accesos y vallado	64
5.1.4.	Interferencias y servicios afectados	64
5.1.5.	Suministro de energía eléctrica	65
5.1.6.	Suministro de agua potable	65
5.1.7.	Vertido de aguas residuales	65
5.2.	Metodología y desarrollo del Estudio	65
5.2.1.	Aspectos generales	65
5.2.2.	Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos	65
5.2.3.	Protecciones	66
5.3.	Análisis de riesgos y su prevención	67
5.4.	Riesgos por obra civil	67
5.4.1.	Excavación	67
5.4.2.	Cimentación	69
5.4.3.	Trabajos de albañilería	71
5.4.4.	Trabajos de pintura	72
5.4.5.	Acabados	73
5.4.6.	Manipulación manual de cargas	75
5.4.7.	Izado de cargas	79
5.4.8.	Transporte de material	79
5.4.9.	Trabajos de soldadura autógena	81
5.4.10.	Trabajos de soldadura eléctrica	83
5.4.11.	Trabajos próximos a elementos en tensión	86
5.4.12.	Trabajos en tensión	87
5.4.13.	Trabajos en altura	89
5.5.	Riesgos por maquinaria a emplear	92
5.5.1.	Retroexcavadora	92
5.5.2.	Grúa	94
5.5.3.	Maquinillo	96
5.5.4.	Máquinas herramientas y herramientas manuales	98
5.6.	Riesgos por medios auxiliares	101
5.6.1.	Andamios tubulares	101
5.6.2.	Escaleras	105

5.7. Riesgos por instalación provisional eléctrica	108
ANEXO I. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA FOTOVOLTAICA	113
1. Potencial fotovoltaico de las instalaciones	114
2. Evaluación de la energía	117
2.1. Costes de la energía	118
2.2. Evaluación de la energía generada	121
3. Restricciones legales	122
4. Selección de la potencia a instalar	123
ANEXO II. PRESUPUESTO	125
ANEXO III. ANÁLISIS DE CONSUMOS Y GENERACIÓN	131
1. Consumo típico de las instalaciones	132
2. Cálculo de la generación	132
CONSUMOS	133
PRODUCTIVIDAD HORARIA PARA CADA ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN	146
CURVA HORARIA DE GENERACIÓN PARA 101,52 kWp DE POTENCIA	148
DISTRIBUCIÓN DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA	149
ANEXO IV. INFORME PVSYS	150
ANEXO V. FICHAS TÉCNICAS	162
ANEXO VI. PLANOS	173
ANEXO VII. ESTUDIO ECONÓMICO	178
1. Introducción	179
2. Datos de partida	179
3. Análisis económico	181
4. Coste de la financiación	182
5. Análisis financiero	183
Bibliografía	184

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Objetivos establecidos en el Acuerdo de París de 2015	11
Tabla 2 Características módulo LONGI LR5-72HPH-540M	19
Tabla 3 Características inversor HUAWEI SUN2000-100KTL-M1	20
Tabla 4 Configuración Generador Fotovoltaico	33
Tabla 5 Residuos de construcción y demolición generados	59
Tabla 6 Configuración del Generador Fotovoltaico según potencial de las instalaciones	117
Tabla 7 Términos de potencia y energía del peaje de transporte y distribución	118
Tabla 8 Términos de potencia y energía de los cargos	119
Tabla 9 Coste medio de la energía generada	120
Tabla 10 Potencial de cobertura	121
Tabla 11 Productividad horaria inclinación 15° acimut -5°	146
Tabla 12 Productividad horaria inclinación 15° acimut 85°	146

Tabla 13 Productividad horaria inclinación 15° acimut -95°	147
Tabla 14 Curva horaria de generación para 101,52 Kw	148
Tabla 15 Distribución de la generación fotovoltaica.....	149
Tabla 16 Datos generales.....	179
Tabla 17 Datos de explotación	179
Tabla 18 Datos de financiación.....	180
Tabla 19 Análisis económico	181
Tabla 20 Coste de la financiación.....	182
Tabla 21 Análisis financiero	183

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Emplazamiento de la parcela de la almazara	10
Figura 2 Corrientes internas de una célula solar	13
Figura 3 Esquema de conexión a tierra	24
Figura 4 Delimitación de cubierta 1	114
Figura 5 Delimitación de cubierta 2	115
Figura 6 Delimitación de cubierta 3	115
Figura 7 Delimitación de cubierta 4	116
Figura 8 Delimitación de cubierta 5	117
Figura 9 Gráfica de evolución del coste medio	121
Figura 10 Curva de cobertura	122
Figura 11 Dimensión financiera de la inversión	181

1. MEMORIA TÉCNICA

1.1. Hoja de datos de la memoria

TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 101,52 kWp DE AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES PARA UNA SOCIEDAD OLEÍCOLA EN ALBANCHEZ DE MÁGINA.

EMPLAZAMIENTO: PLAZA DE LA CONSTITUCIÓN, 5

LOCALIDAD: ALBANCHEZ DE MÁGINA **PROVINCIA:** JAÉN

PROMOTOR: SOCIEDAD COOPERATIVA ANDALUZA SAN FRANCISCO

DOMICILIO SOCIAL: PLAZA DE LA CONSTITUCIÓN, 5

LOCALIDAD: ALBANCHEZ DE MÁGINA **PROVINCIA:** JAÉN

AUTOR DEL PROYECTO: JOSÉ MIGUEL VIDAL AMEZCUA

LOCALIDAD: JAÉN **PROVINCIA:** JAÉN

RESUMEN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN:

DENOMINACIÓN	POTENCIA TOTAL INSTALADA (kWp)
	Nº Paneles X kW pico/panel
PLANTA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO	188 x 0,540 = 101,52 kWp

1.2. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto definir los principales aspectos teóricos, técnicos y económicos para la comprensión y la realización de una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo con excedentes de 101,52 kWp, de manera que ésta alimente parcialmente las necesidades de consumo eléctrico del emplazamiento en el que se va a instalar.

1.3. Promotor

- TITULAR: Sociedad Cooperativa Andaluza San Francisco
- DIRECCIÓN: Plaza de la Constitución, 5, 23538, Albánchez de Mágina, Jaén
- AUTOR DEL PROYECTO: José Miguel Vidal Amezcua
- TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial
- Email: jmva0004@red.ujaen.es

1.4. Emplazamiento

La instalación fotovoltaica se encuentra en el término municipal de Albánchez de Mágina, en la provincia de Jaén.

- COORDENADAS: N 37° 47' 31.349" O 3° 28' 6.685"
- Uso habitual del lugar en el que se ubica: industrial.



Figura 1 Emplazamiento de la parcela de la almazara

1.5. Introducción

No cabe duda de que el mundo ha cambiado mucho en los últimos 20 años, y el sector de la energía ha sufrido cambios especialmente significativos. Un ejemplo muy claro es cuánta electricidad se consumía y cómo se producía ésta. Desde 1999 hasta 2018, la producción de electricidad en los países de la Unión Europea creció un 14%. Este valor, comparado con el aumento del consumo energético total, es decir, tanto electricidad como combustibles para transporte, industria, calefacción, agricultura, etc., que solo fue de un 2% durante estos años, indica claramente que la economía se está electrificando. Es decir, de toda la energía que se usa, una fracción cada vez mayor es en forma de electricidad.

En el actual contexto energético y medioambiental mundial, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y sustancias contaminantes se ha convertido en un objetivo de primer orden. Parte de la solución a este problema consiste en la explotación de fuentes de energías alternativas y renovables y la menor dependencia de unos combustibles fósiles condenados a agotarse.

Las emisiones de CO₂ debidas a la producción de electricidad y calor cayeron un 21% entre 1999 y 2018, debido principalmente a un aumento de la generación de electricidad a partir de fuentes de origen renovable del 135% desde 1999, pasando de representar el 16% de toda la electricidad producida a un 33% en 2018, cifra que va en aumento con el paso de los años.

La Comisión Europea presentó en noviembre del año 2016 el paquete “Energía Limpia para todos los europeos”, cuyas propuestas y medidas tienen como finalidad acelerar la transición hacia una energía más limpia en línea con el cumplimiento de los objetivos establecidos en el Acuerdo de París de 2015 contra el cambio climático, manteniendo a la vez un sistema energético seguro y competitivo que permita la entrega de energía al consumidor a precios asequibles, favoreciendo el crecimiento y la creación de empleo.

Tabla 1 Objetivos establecidos en el Acuerdo de París de 2015

Objetivos 2020	20% reducción de emisiones de GEI frente a niveles de 1990	20% de las energías renovables en la UE	20% de mejora de la eficiencia energética
-----------------------	---	--	--

Objetivos 2030	40% reducción de emisiones de GEI frente a niveles de 1990	32% de las energías renovables en la UE	32.5% de mejora de la eficiencia energética	15% para interconexiones eléctricas
Objetivos 2050	85 - 90% reducción de emisiones de GEI frente a niveles de 1990			

Para cumplir con este mandato, el Gobierno de España publicó en febrero de 2019 su borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). Los objetivos planteados en el PNIEC para la necesaria transición energética consiguiendo una economía prácticamente descarbonizada en 2050 son:

- Una reducción de emisiones del 21% respecto de los niveles de 1990.
- Una cuota de renovables del 42% sobre la energía final.
- Una mejora de la eficiencia energética del 39,6%.
- Previsión de la contribución de las energías renovables en el mix eléctrico del 74% en 2050.

1.6. Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica consiste en la conversión directa de la luz solar en electricidad mediante un dispositivo conocido como célula solar. La conversión de la energía de las radiaciones ópticas en energía eléctrica es un fenómeno físico conocido como efecto fotovoltaico. Cuando la luz del Sol incide sobre la célula solar, los fotones que constituyen esta luz son capaces de transmitir su energía a los electrones de valencia del material semiconductor que compone la célula solar, para que rompan el enlace que les mantiene ligados a sus átomos. Por cada enlace roto, queda un electrón libre para circular dentro del sólido. La falta del electrón en el enlace roto, llamado hueco, también puede desplazarse libremente por el sólido, transfiriéndose de un átomo a otro debido al desplazamiento del resto de los electrones de los enlaces.

El movimiento de los electrones y huecos en direcciones opuestas generan una corriente eléctrica en el semiconductor capaz de circular por el circuito externo, y liberar en él energía de la cedida por los fotones al crear los pares electrón hueco. Estas corrientes en la célula son llamadas corriente de oscuridad (ID), debida a la recombinación de portadores que produce el voltaje externo necesario para poder entregar energía a la carga, y la corriente de iluminación (IL), producida por la generación de portadores que produce la iluminación.

La corriente eléctrica producida por una célula solar viene dada por la diferencia entre la corriente de iluminación y la corriente de oscuridad.

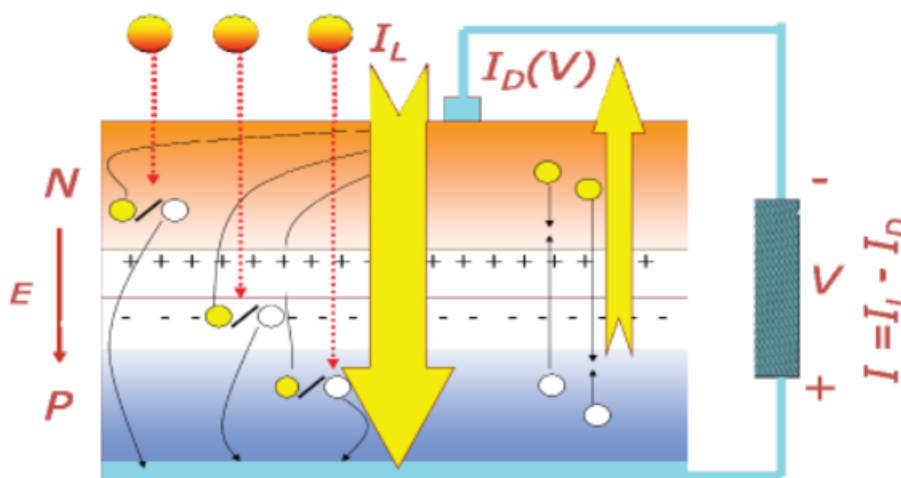


Figura 2 Corrientes internas de una célula solar

1.7. Características básicas de la instalación

El presente proyecto contempla la instalación solar fotovoltaica compuesta por 188 módulos de 540 Wp por unidad, de la marca Longi Solar (o similar), alcanzando una potencia pico de 101,52 kWp, determinada en el documento “ANEXO I. Determinación de la potencia fotovoltaica” del presente proyecto. La potencia nominal corresponderá a la proporcionada por el sistema inversor. En este caso, para la potencia pico que se va a instalar se ha optado por un inversor de la marca Huawei Technologies (o similar), de potencia de 100 kWn. La potencia nominal de la planta es por tanto de 100 kWn.

Según los cálculos expresados más adelante, mediante simulación con el software PVSYST, la energía estimada total que generará esta Instalación Solar Fotovoltaica será aproximadamente de 143,5 MWh anuales.

El campo fotovoltaico se distribuirá sobre las cubiertas técnicamente válidas de la instalación en cuestión.

1.8. Disposiciones legales y normas de aplicación

La elección de los materiales, el diseño, y el montaje de la instalación se realizará de acuerdo a lo estipulado en el proyecto y a las normas y disposiciones legales vigentes:

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

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE “PCT-A-REV febrero 2009”.
- Circular 1/2021 de 20 de enero que establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Resolución de 16 de diciembre de 2021, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen los valores de los peajes de acceso a las redes de transporte.
- Orden TED/1484/2021, de 28 de diciembre, por la que se establecen los precios de los cargos del sistema eléctrico.
- Circular 1/2018, de 18 de abril, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se regula la gestión del sistema de garantía de origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Resolución de 9 de enero de 2020, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-BT-02 del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
 - Exigencias básicas desarrolladas en sus documentos básicos "DB SE (Seguridad estructural) ", "DB SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad)" y "DB HE (Ahorro de energía)".
- UNE-HD 60364-7-712:2017 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE-HD 60364-5-52:2014 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE-EN 50618:2015 Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.

- UNE-EN 61724-1:2017 Rendimiento del sistema fotovoltaico. Parte 1: Monitorización.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- 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.
- Decreto-ley 2/2018, de 26 de junio, de simplificación de normas en materia de energía y fomento de las energías renovables en Andalucía.
- Decreto 50/2008, de 19 de febrero, por el que se regulan los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica emplazadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto 169/2011, de 31 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Fomento de las Energías Renovables, el Ahorro y la Eficiencia Energética en Andalucía.
- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.

1.9. Uso de la instalación de consumo

Actualmente el consumo eléctrico de la empresa se centra en la alimentación de los elementos asociados a actividades de fabricación, envasado y comercialización de aceite de oliva virgen extra.

1.10. Clasificación de la modalidad de autoconsumo

La instalación proyectada en el presente proyecto técnico corresponde a la modalidad de autoconsumo con excedentes acogida a compensación, según artículo 4 del RD 244/2019:

- a) *Modalidad con excedentes acogida a compensación: Pertenecerán a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de*

excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:

- i. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.*
- ii. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.*
- iii. Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente real decreto.*
- iv. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.*
- v. La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.*

1.11. Punto de conexión

A la presente instalación le será de aplicación el RD 1699/2011, así como las instrucciones técnicas de baja tensión.

Se trata de una instalación de potencia instalada igual o menor que 100 kW, concretamente se van a instalar 100 kWn de potencia, conectada en red interior de baja tensión (tensión inferior a 1 kV). Por tanto, tal como indica el RD 1699/2011:

“La conexión se realizará, en el punto de la red interior de su titularidad más cercano a la caja general de protección, de tal forma que permita aislar simultáneamente ambas instalaciones del sistema eléctrico.”

De modo que, según la ITC BT-40: “Instalaciones generadores de baja tensión”, esta instalación se trata de una instalación interconectada tipo c1):

“Las instalaciones generadoras con un punto de conexión en la red de distribución de baja tensión en la que hay otros circuitos e instalaciones de baja tensión conectadas a ella, independientemente de que la finalidad de la instalación sea tanto vender energía como alimentar cargas, en paralelo con la red.”

El punto de conexión, según la normativa específica de autoconsumo, y como se ha visto en el apartado anterior, se realizará en la red interior del consumidor, en el primer Cuadro General de Baja Tensión.

1.12. Actuaciones a realizar en un campo solar

A continuación, se describen las actuaciones fundamentales a realizar para instalar un Campo Solar Fotovoltaico.

1.12.1. Vallado perimetral

En este caso no será necesario la instalación de un vallado perimetral ya que se está proyectando una instalación sobre cubierta de nave industrial, no sobre suelo.

1.12.2. Caseta de alojamiento para inversores

En una central fotovoltaica los inversores son los dispositivos electrónicos que invierten la Energía Eléctrica en Corriente continua que proviene de los módulos Fotovoltaicos, en Energía Eléctrica en Corriente Alterna con las mismas características que tiene la instalación eléctrica del inmueble. Es por tanto el elemento clave en la instalación. En el caso que nos ocupa se dispone de espacio en las naves correspondientes, junto al cuadro eléctrico general.

1.12.3. Estructura

Las estructuras quedan colocadas con un ángulo de 15° respecto a la horizontal, disposición coplanar a las cubiertas, tanto de chapa como de teja cerámica.

1.13. Elementos de la instalación solar fotovoltaica

1.13.1. Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos están formados por agrupaciones en serie y paralelo de células, que permiten alcanzar los valores de tensión y corriente deseados. Las células fotovoltaicas son encapsuladas en dos capas de EVA (etileno-vinilo-acetato), y situada entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de polímero termoplástico, todo ello construido en el interior de marcos laterales de metal. Gracias a esta construcción, de acuerdo a estrictas normas de calidad, los módulos están capacitados para soportar las más duras inclemencias climáticas y permitiendo obtener su máximo rendimiento durante su vida útil.

Los módulos fotovoltaicos de última generación incorporan la tecnología half cut, consistente en cortar por la mitad una célula estándar mediante láser y en dirección perpendicular, para conseguir dos células del mismo tamaño. Así, se consigue reducir la pérdida de potencia de la célula y mejorar la eficiencia de la misma, consiguiendo un incremento de potencia de entre 5 y 10 W.

La caja de conexión incorpora diodos de derivación, que evitan la posibilidad de avería de las células y su circuito, por sombreados parciales de uno o varios módulos dentro de un conjunto.

En esta instalación se utilizarán módulos Longi Solar LR5-72HPH-540M, cuyas características son las siguientes:

Tabla 2 Características módulo LONGI LR5-72HPH-540M

Características eléctricas	LR5-72HPH-540M
Potencia máxima, P_{max}	540 W
Tensión circuito abierto, V_{oc}	49,50 V
Corriente cortocircuito, I_{sc}	13,85 A
Tensión en P_{max}	41,65 V
Corriente en P_{max}	12,97 A
Eficiencia	21,1 %
Características térmicas	LR5-72HPH-540M
Temperatura de operación nominal de la célula	$45 \pm 2^{\circ}\text{C}$
Coeficiente de temperatura I_{sc}	+0,048 %/ $^{\circ}\text{C}$
Coeficiente de temperatura V_{oc}	-0,270 %/ $^{\circ}\text{C}$
Coeficiente de temperatura P_{max}	-0,350 %/ $^{\circ}\text{C}$
Parámetros de operación	LR5-72HPH-540M
Rango de temperatura de operación	$-40^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$
Tolerancia de Potencia de Salida	0 ~ +5 W
Tolerancia I_{sc} y V_{oc}	$\pm 3\%$
Tensión máxima del sistema	DC 1500 V (IEC/UL)
Corriente máxima	25 A
Clase de protección	Clase II
Resistencia al fuego	UL tipo 1 o 2
Características mecánicas	LR5-72HPH-540M

Peso	27,2 kg
Dimensiones	2256 x 1133 x 35 mm
Disposición de las células	144 (6x24)
Caja de conexión	IP68, tres diodos
Cable de salida	4 mm ² , positivo 400/negativo 200 mm
Cubierta frontal	Vidrio templado revestido de 3,2 mm
Marco	Aleación de aluminio anodizado
Máxima carga estática frontal	5400 Pa
Máxima carga estática trasera	2400 Pa

1.13.2. Inversor

El inversor es un equipo diseñado para inyectar en la instalación eléctrica la energía producida por un generador fotovoltaico.

Proporciona una solución modular para sistemas de autoconsumo, el equipo está diseñado para poder trabajar con diferentes potencias sin problemas, adecuado para su utilización en entornos industriales en los que la facilidad de utilización, mantenimiento, bajo nivel sonoro y el aspecto estético son aspectos importantes.

A lo largo del día la radiación solar va cambiando desde el mínimo hasta el máximo, y en todos los casos el equipo debe aprovechar al máximo la energía generada consiguiendo que los paneles trabajen en el punto de máxima potencia durante la mayor parte del día.

Se ha seleccionado un inversor de la marca HUAWEI TECHNOLOGIES, modelo SUN2000-100KTL-M1, con potencia de 100 kWn. A continuación, sus principales características técnicas:

Tabla 3 Características inversor HUAWEI SUN2000-100KTL-M1

Entrada (CC)	SUN2000-100KTL-M1
Tensión máxima de entrada	1.100 V
Rango de tensión de operación	200 ~ 1.000 V
Tensión de arranque	200 V
Tensión nominal de entrada	570 V @380 V; 600 V @400 V; 720 V @480 V
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A

Cantidad de MPPTs	10
Cantidad máxima de entradas por MPPT	20
Salida (CA)	SUN2000-100KTL-M1
Potencia nominal de salida	100.000 W
Máx. potencia de salida aparente	110.000 VA
Máx. potencia activa ($\cos\phi=1$)	110.000 W
Tensión nominal de salida	220 V / 230 V, default 3W + N + PE; 380 V / 400 V / 480 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red	50/60 Hz
Máx. intensidad de salida	168.8 A @380 V; 160.4 A @400 V; 133.7 A @480 V
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo, 0,8 inductivo
Máx. distorsión armónica total	$\leq 3\%$
Eficiencia	SUN2000-100KTL-M1
Máx. Eficiencia	98,8%
Eficiencia EU	98,6%
Protecciones	SUN2000-100KTL-M1
Disp. de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones CC	Tipo II
Descargador de sobretensiones CA	Tipo II
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Datos generales	SUN2000-100KTL-M1
Dimensiones (longitud x ancho x altura)	1.035 x 700 x 365 mm
Peso	90 kg
Consumo nocturno	< 3,5W
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 ~ +60°C
Humedad de operación relativa	0~100%
Altitud de operación	0 – 4.000 m

Nivel de protección	IP66
Ventilación	Ventilación inteligente
Comunicación	RS485; WLAN/Ethernet; 4G, 3G, 2G; Bluetooth + APP

1.13.3. Cableado

Todo el cableado de continua es de doble aislamiento y de 1kV de tensión de aislamiento, por lo que es adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Los conductores serán de cobre o de aluminio y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamiento. La sección de los conductores está calculada para no sobrepasar en la parte de DC una caída de tensión de 1,5% y los de la parte de AC una caída de tensión del 1,5%, además de superar los criterios de intensidades máximas admisibles tal y como marca el PCT IDAE 2011 y el punto 5 de la ITC BT – 40.

Los conductores usados serán aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. Se usarán cables no propagadores de incendio, con emisiones de humos y opacidad reducida.

1.13.4. Protecciones

El sistema fotovoltaico contará con todas las protecciones de las líneas e interconexiones preceptivas según la normativa vigente. Se dispondrá de un interruptor automático manual que actuará como interruptor general, y que permitirá desacoplar la instalación en caso de necesidad.

1.13.4.1. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

La instalación dispondrá de los elementos de protección contra sobretensiones y sobreintensidades establecidas de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Los defectos que se pudiesen presentar en los conductores, ya sea por sobrecarga, ya sea por cortocircuito, se protegerán mediante dispositivos de calibre adecuado a la intensidad máxima admisible del conductor.

La protección frente a sobrecargas y cortocircuitos en la parte de corriente continua es limitada por el inversor, que, al detectar una subida de tensión o una corriente muy elevada, estos desconectan los paneles generadores. En la parte de corriente alterna se utilizarán fusibles o interruptores magnetotérmicos, estos dispositivos combinan relés térmicos, para la protección

frente a sobrecargas pequeñas pero prolongadas, y relés electromagnéticos de máxima intensidad que protegen al sistema frente a cortocircuitos.

A parte se protegerá la instalación frente a sobretensiones de origen atmosférico mediante varistores o descargadores de sobretensión. Este dispositivo se encarga de conectar a tierra cuando se detecta una sobretensión y actúa hasta que se restablezca la tensión inicial.

1.13.4.2. Protección contra contactos directos e indirectos

La protección frente a contactos directos se llevará a cabo siguiendo las medidas que se indican en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, tanto para la parte de la instalación en corriente continua como en corriente alterna. Los contactos directos se protegen mediante el aislamiento de las partes activas de la instalación, la colocación de barreras o envolventes y finalmente mediante la interposición de obstáculos.

La protección frente a contactos indirectos en la parte de corriente continua se realiza mediante las protecciones incluidas en el mismo inversor. En la parte de corriente alterna la protección frente a contactos indirectos se realiza mediante la instalación de dispositivos de corte diferencial, estos son capaces de actuar en caso de detectar una corriente de defecto superior a la de diseño.

1.13.4.3. Protección contra sobretensiones.

Tanto el lado de corriente continua como en el lado de alterna, la protección contra sobretensiones se realizará través de descargadores de sobretensión tipo II incluidos en el inversor.

Para evitar sobretensiones inducidas por relámpagos, se evitará en todo momento hacer bucles grandes con los circuitos de cada string, haciendo que los cables de ida y vuelta vayan paralelos y lo más cerca posible el uno del otro.

1.13.4.4. Puesta a tierra de la instalación.

La instalación de puesta a tierra tiene como objetivo la seguridad de las personas frente a contactos indirectos y protección de equipos limitando las diferencias de tensiones peligrosas en el conjunto de las instalaciones, edificios y superficies próximas favoreciendo un camino de baja impedancia a las corrientes de faltas o descargas de origen atmosférico.

Se realizará una puesta a tierra del generador fotovoltaico por contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura de soporte, conectándose ésta a tierra según la ITC-BT-18.

Se recomienda la utilización de un único electrodo de puesta a tierra para toda la instalación fotovoltaica. El electrodo de puesta a tierra del sistema fotovoltaico será independiente del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con la ITC-BT-40.

Se utilizará el mismo electrodo de tierra existente en las instalaciones de la almazara. Se utilizarán conductores de protección independientes de las masas del resto del suministro.

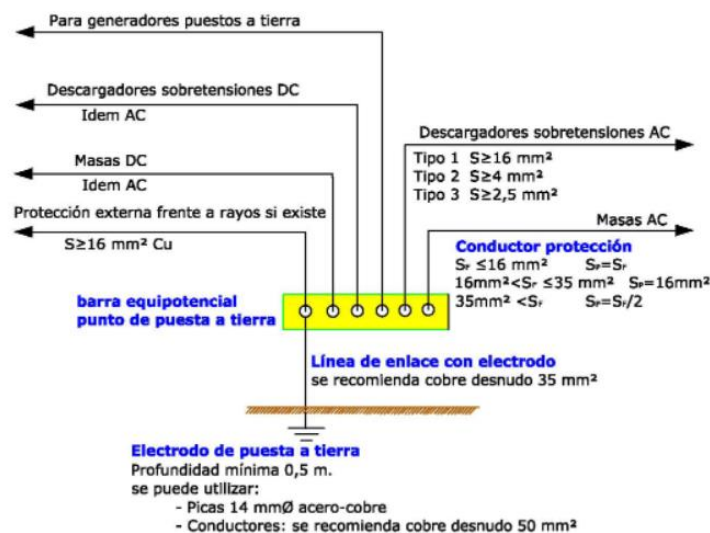


Figura 3 Esquema de conexión a tierra

1.13.4.5. Equipos de protección de tensión y frecuencia.

Los equipos se encuentran integrados en el inversor que se encarga de las maniobras de conexión – desconexión automática de la red.

La función de protección del inversor se realiza a través de un programa de “software”, por los que se adjunta el certificado del fabricante, en el que se menciona explícitamente el valor de tara de las protecciones y que dicho programa no es accesible por el usuario.

Los parámetros de taraje para el disparo de las protecciones serán, según la legislación vigente de:

- 3 relés de mínima tensión y 1 relé de máxima tensión. Tensión superior al 110% de la tensión nominal, y Tensión inferior al 85% de la tensión nominal.
- 1 relé de máxima y mínima frecuencia. Frecuencia superior a 51 Hz, y Frecuencia inferior a 48 Hz.

1.13.5. Monitorización y comunicaciones

La instalación fotovoltaica dispondrá de un sistema de monitorización y comunicaciones para registrar los principales parámetros de operación de la planta y para posibilitar la consulta remota de los mismos. Así, la información obtenida mediante este sistema de monitorización, permitirá:

- Determinar si las instalaciones fotovoltaicas están funcionando correctamente, es decir, si producen la energía esperada y si los valores de sus principales parámetros están dentro de los márgenes adecuados de funcionamiento.
- Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones fotovoltaicas (detección de fallos, prevención de averías, etc.).
- Mejorar el funcionamiento de los sistemas que componen la instalación fotovoltaica, mediante el análisis de los datos históricos de operación.

La infraestructura que se desarrollará para la instalación de los sistemas de telecomunicaciones constará de los elementos necesarios para satisfacer las comunicaciones de datos mediante la creación de redes de datos locales (LAN), interconexión de las redes locales y conexión con las redes de datos exteriores (WAN-Internet).

El inversor seleccionado para esta instalación dispone de un sistema de monitoreo inteligente de cada string, para su posterior visualización a través de software propio.

Además, para el monitoreo de AC, se instalará un vatímetro trifásico de la marca Huawei, en concreto el DTSU666-H Smart Power Sensor, que permitirá la monitorización de potencia y medición de energía, realizando mediciones en tiempo real.

1.13.6. Estructura soporte

La estructura soporte de los módulos será coplanar con las cubiertas existentes, en perfilaría de aluminio EN AW 600 5A T6, y tornillería acero inoxidable A2-70. Más detalles e instrucciones de montaje en el documento de fichas técnicas del presente proyecto.

1.14. Puesta en marcha

Según indica el punto 9 de la ITC-BT-40, la puesta en marcha de la instalación se realizará una vez se hayan obtenido todos los permisos por parte de los organismos competentes y de la empresa distribuidora eléctrica.

1.15. Garantía

La garantía incluye:

- Módulos fotovoltaicos (garantía de producto): 15 años.
- Inversor (fabricante): 5 años (ampliable a 7).
- Estructura: 15 años.
- Instalación (instalador): 2 años a partir de la recepción de la instalación.

1.16. Interés socioeconómico

En el caso de instalaciones fotovoltaicas de conexión a red es evidente su interés socioeconómico, ya que además de fomentar nuestra conciencia ecológica, contribuyen a la reducción de CO₂, y posibilitan la mejora del servicio a los demás usuarios de la red, ya que producen electricidad coincidiendo con periodo de incremento exponencial de la demanda energética.

Si analizamos la curva de demanda diaria del sistema eléctrico español, observamos el interés energético que tienen las instalaciones fotovoltaicas, ya que entre las 12:00 y las 14:00 se encuentra el máximo consumo energético diario, y es precisamente en esta franja horaria, cuando estas instalaciones más energía producen.

Por otro lado, la energía eléctrica alterna de origen fotovoltaico es originada con un factor de potencia excelente (entre 0,98 y 1), esto, y la cercanía del punto de generación a los consumidores, prueba el alto interés energético y la contribución a la calidad del sistema eléctrico de distribución.

Las características socioeconómicas de la instalación proyectada son:

- Vida media mínima de la instalación: 25 años.
- Producción energética limpia a lo largo de un año: 143.500 kWh.
- Emisiones CO₂ evitadas a la atmosfera anuales: 49.900 kg / año.

1.17. Evaluación ambiental

Luego de examinar la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, se concluye que este proyecto está EXENTO de la aplicación del procedimiento de evaluación ambiental al no

estar recogida la finalidad del presente proyecto en el ANEXO I “Proyectos sometidos a la evaluación ambiental ordinaria regulada en el título II, capítulo II, sección 1.^a” y ANEXO II “Proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2.^a”.

2. CÁLCULOS

2.1. Distancia entre paneles

Los paneles se montarán en disposición coplanar sobre las cubiertas de las instalaciones de la almazara. Por tanto, no es necesario dejar distancia entre paneles para evitar sombreados.

2.2. Elección del inversor

Se ha optado por un inversor de la marca Huawei Technologies, ya que goza con una gran experiencia, siendo un referente en el sector. De entre su catálogo, se ha seleccionado uno de la gama SUN2000, en concreto un Huawei SUN2000-100KTL, debido a su flexibilidad de configuración, al contar con varios seguidores MPPT (Maximum Power Point Tracker), lo que permite instalar varias configuraciones independientes con distintas orientaciones para que el inversor busque siempre el balance entre tensión y corriente donde el panel trabaja a su máxima potencia, y así poder obtener el máximo rendimiento de la instalación.

Como se puede ver en el documento “ANEXO I. Determinación de la potencia fotovoltaica”, las instalaciones de la almazara cuentan con cubiertas en distintas orientaciones, por lo que la elección de este inversor debe de ser la mas adecuada.

En cuanto al factor de dimensionamiento, en Europa se recomienda usar un factor de dimensionamiento de entre 0,85 y 1:

$$F_s = \frac{P_{INV,DC}}{P_{GFV,STC}}$$

Donde:

- F_s = factor de dimensionamiento.
- $P_{INV,DC}$ = potencia nominal a la entrada del inversor.
- $P_{GFV,STC}$ = potencia pico del generador fotovoltaico en condiciones estándar de ensayo.

En ocasiones, en la ficha técnica del inversor no se ofrece la potencia nominal a la entrada del inversor, por lo que hay que calcularla teniendo en cuenta el rendimiento del inversor; en el caso del inversor seleccionado la eficiencia es del 98,6%, por tanto:

$$P_{INV,DC} = \frac{P_{INV,AC}}{\eta_{europeo}} = \frac{100.000}{98,6\%} = 101.420 \text{ W}$$

2.3. Configuración de ramas en serie y paralelo

2.3.1. Número máximo de paneles en serie

El panel elegido para esta instalación es un Longi Solar LR5-72HPH 540M, de 540 Wp de potencia. Se utilizará un inversor Huawei SUN2000-100KTL-M1, que será compartido por cada generador, teniendo en cuenta que dispone de múltiples seguidores MPPT.

Para determinar el número máximo de módulos a instalar en serie, calcularemos la tensión de los módulos para el caso más desfavorable, que no podrá superar la máxima tensión de entrada del inversor. Para ello, se tomará como temperatura de panel una temperatura de -10°C .

$$\text{máx. } (N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{V_{INV,MAX}}{V_{MOD,OC(-10^{\circ}\text{C})}} \right]$$

$$V_{MOD,OC(-10^{\circ}\text{C})} = V_{MOD,OC,STC} \cdot (1 + \beta \cdot (T_c - 25))$$

Donde:

- $V_{INV,MAX}$ = tensión máxima de entrada del inversor.
- $V_{MOD,OC(-10^{\circ}\text{C})}$ = tensión a circuito abierto del módulo para una temperatura de módulo de -10°C .
- $V_{MOD,OC,STC}$ = tensión a circuito abierto del módulo en condiciones estándar de ensayo.
- β = coeficiente de temperatura de tensión de circuito abierto del módulo.

Las características eléctricas del panel a instalar son, en condiciones estándar de medida (STC):

- Tensión a circuito abierto $V_{oc} = 49,50 \text{ V}$
- Coeficiente de temperatura $\beta = -0,27\%/^{\circ}\text{C}$

La máxima tensión de entrada del inversor a instalar es de 1.100 V .

$$V_{MOD,OC(-10^{\circ}\text{C})} = 49,50 \cdot (1 - 0,0027 \cdot (-10 - 25)) = 54,18 \text{ V}$$

Por tanto,

$$\text{máx. } (N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{1.100 \text{ V}}{54,18 \text{ V}} \right] = 20,30 \rightarrow \mathbf{20 \text{ paneles en serie}}$$

2.3.2. Número mínimo de paneles en serie

Para este caso también se tomará el caso más desfavorable, pero en este caso para una temperatura de panel de 70°C, dado que la tensión de los módulos desciende con el aumento de la temperatura. Dicho valor de tensión no podrá ser menor a la tensión mínima de trabajo del inversor.

$$\text{mín. } (N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{V_{INV,MPP,MIN}}{V_{MOD,MPP(70^{\circ}C)}} \right] + 1$$

$$V_{MOD,MPP(70^{\circ}C)} = V_{MOD,MPP,STC} \cdot (1 + \beta \cdot (T_c - 25))$$

Donde:

- $V_{INV,MPP,MIN}$ = tensión mínima de trabajo del inversor en el rango MPPT.
- $V_{MOD,MPP(70^{\circ}C)}$ = tensión en el punto de máxima potencia del módulo para una temperatura de módulo de 70°C.
- $V_{MOD,MPP,STC}$ = tensión en el punto de máxima potencia del módulo en condiciones estándar de ensayo.
- β = coeficiente de temperatura de tensión de circuito abierto del módulo.

Las características eléctricas del panel a instalar son, en condiciones estándar de medida (STC):

- Tensión en el punto de máxima potencia, $V_{MPP} = 41,65 \text{ V}$
- Coeficiente de temperatura $\beta = -0,27\%/^{\circ}C$

La tensión mínima de trabajo del inversor a instalar es de 200 V.

$$V_{MOD,MPP(70^{\circ}C)} = 41,65 \cdot (1 - 0,0027 \cdot (70 - 25)) = 36,59 \text{ V}$$

$$\text{mín. } (N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{200 \text{ V}}{36,59 \text{ V}} \right] + 1 = 6,47 \rightarrow \mathbf{6 \text{ paneles en serie}}$$

2.3.3. Número máximo de ramas en paralelo

Para calcular el número máximo de ramas en paralelo en cada seguidor se seguirá el criterio de máxima intensidad a la entrada del inversor. Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$N_{mp} \cdot 1,25 \cdot I_{MOD,SC,STC} \leq I_{INV,SC,MAX}$$

Donde

- $I_{MOD,SC,STC}$ = intensidad de cortocircuito del módulo en condiciones estándar de ensayo.
- $I_{INV,SC,MAX}$ = intensidad máxima de cortocircuito a la entrada de cada seguidor MPPT.

Las características eléctricas del panel a instalar son, en condiciones estándar de medida (STC):

- Intensidad de cortocircuito, $I_{SC} = 13,85 \text{ A}$

La corriente de cortocircuito máxima del inversor es de 40 A.

Por tanto:

$$N_{mp} \leq \frac{I_{INV,SC,MAX}}{1,25 \cdot I_{MOD,SC,STC}} = \frac{40 \text{ A}}{1,25 \cdot 13,85 \text{ A}} = 2,31 \rightarrow \mathbf{2 \text{ ramas en paralelo}}$$

2.4. Configuración del generador

Teniendo en cuenta los cálculos anteriores y considerando las distintas cubiertas y orientaciones descritas en el documento “ANEXO I. Determinación de la potencia fotovoltaica” se han establecido tres subgeneradores para cada orientación:

- Subgenerador 1 (15° de inclinación y orientación -5° este): 4 ramales de 20 módulos, con una potencia de 43,2 kWp.
- Subgenerador 2 (15° de inclinación y orientación 85° oeste): 2 ramales de 18 módulos, con una potencia de 19,44 kWp.
- Subgenerador 3 (15° de inclinación y orientación -95° este): 4 ramales de 18 módulos, con una potencia de 38,88 kWp.

De esta forma, el generador fotovoltaico quedará configurado según la siguiente tabla:

Tabla 4 Configuración Generador Fotovoltaico

Inversor	Seguidor MPPT	Módulos	Zona	Potencia total
Huawei SUN2000- 100KTL-M1	MPPT1	1x20	Cubierta 1	80 módulos, 43,2 kWp
	MPPT2	1x20		
	MPPT3	1x20	Cubierta 2	
	MPPT4	1x20		
	MPPT5	1x18	Cubierta 4, faldón oeste	36 módulos, 19,44 kWp
	MPPT6	1x18		
	MPPT7	1x18	Cubierta 4, faldón este	72 módulos, 38,88 kWp
	MPPT8	1x18		
	MPPT9	1x18	Cubierta 5	
	MPPT10	1x18		

Obteniendo un total de 188 módulos con una potencia total de la instalación solar fotovoltaica de **101,52 kWp**.

El factor de dimensionamiento del inversor será:

$$F_s = \frac{P_{INV,DC}}{P_{GFV,STC}} = \frac{101.420 \text{ W}}{101.520 \text{ W}} = 0,99$$

Se puede observar que está dentro de los límites recomendados en Europa.

2.5. Dimensionado de conductores

En el presente proyecto se considera este punto de cálculos de pérdidas por las distancias que se contemplan en la futura ejecución. Seguidamente se muestran los cálculos y resultados para la justificación del cumplimiento de las condiciones mínimas exigidas de pérdidas y caída de tensión tanto en corriente continua y alterna. Se realizará comprobaciones por caída de tensión y por criterio térmico.

Con el fin de homogeneizar la instalación tanto por criterios económicos, como por facilidad a la hora de instalar, se utilizará siempre el caso más desfavorable y ese se aplicará a toda la instalación.

2.5.1. Red de corriente continua

Los datos de partida para la justificación de los cálculos son:

- Tensión de la red de continua: en la instalación existen string tanto de 20 como de 18 módulos:

$$V_{MPP,DC} = 20 \times 41,65 = 833 \text{ V}$$

$$V_{MPP,DC} = 18 \times 41,65 = 749,7 \text{ V}$$

- Corriente de diseño: la corriente a considerar para el dimensionamiento es:

$$I_{SC,MAX} = 1,25 \times I_{SC,STC} = 1,25 \times 13,85 = 17,31 \text{ A}$$

- Caída de tensión permitida: según recoge el IDAE en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red, la caída de tensión máxima permitida será del 1,5%.

2.5.1.1. Comprobación por caída de tensión.

La cadena más desfavorable a tener en cuenta para la justificación según este criterio será la que está más alejada del inversor. En este caso será la cadena ubicada en la cubierta 5 (según ANEXO I. Determinación de la potencia fotovoltaica), situada a 32 metros de la ubicación del inversor y formada por string de 20 módulos.

Para determinar la caída de tensión en corriente continua se utiliza la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{2 \times L \times I}{\sigma \times S}$$

Donde:

- L = longitud del cable (m).
- I = intensidad en el punto de máxima potencia en condiciones estándar (A).
- S = sección del conductor (mm²).
- σ = conductividad del conductor (cobre = 56 m/Ωmm²).

Se calculará en primer lugar la caída de tensión que se produce en el tramo de formación de string y seguidamente el tramo hasta el inversor.

Según la ficha técnica del módulo, dispone de cables de 4 mm² con una longitud de 400 mm para el terminal positivo y 200 mm para el negativo. Se considera una longitud de cable por módulo de 600 mm.

$$\Delta V_{string} = \frac{0,6 \times 20 \times 12,97}{56 \times 4} = 0,695 \text{ V}$$

El caso más desfavorable para el tramo de conexión de string con el inversor tiene una distancia de 32 m. Se utilizará cable de 6 mm²:

$$\Delta V_{string-inversor} = \frac{2 \times 32 \times 12,97}{56 \times 6} = 2,47 \text{ V}$$

La caída total de tensión será la suma de ambas:

$$\Delta V_{total} = 0,695 + 2,47 = 3,165 \text{ V}$$

Lo que supone una caída de tensión de:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V_{total}}{V_{MPP,DC}} \times 100 = \frac{3,165}{833} \times 100 = 0,379\%$$

Como se puede observar, resulta un valor inferior al 1,5% permitido, lo que justifica la sección elegida para este criterio.

2.5.1.2. Comprobación por criterio térmico.

- Cableado de strings:

Según la tabla A.3 - 'Intensidad máxima admisible de los cables fotovoltaicos' de la norma UNE-EN 50618, para un método de instalación de dos cables cargados en contacto, sobre una superficie se tiene que para una sección de 4mm² a una temperatura ambiente de 60°C la intensidad máxima es de 44 A, superior a la corriente máxima de diseño de 17,31 A, por lo que esta sección sería suficiente según este criterio.

- Cableado de strings a inversor:

Según la tabla A.3 - 'Intensidad máxima admisible de los cables fotovoltaicos' de la norma UNE-EN 50618, la intensidad máxima admisible para un conductor de 6 mm² con instalación al aire bajo tubo será de 57 A. En este caso debemos aplicar un factor de reducción, debido a que, en el caso más desfavorable, se tendrá un total de 4 circuitos cargados. Según la tabla B.52.17 de la norma HD 60364-5-52, este factor es de 0,65. La intensidad máxima permitida será de:

$$I_{MAX,ADM} = 0,65 \times 57 = 37,05 \text{ A}$$

Se obtiene una intensidad máxima admisible superior a la intensidad máxima de diseño, de 17,31 A, por lo que la sección elegida será suficiente según este criterio.

2.5.2. Red de corriente alterna

Los datos de partida para la justificación de los cálculos son:

- Tensión de línea: 400 V.
- Corriente de diseño: según el apartado '5. Cables de conexión' de la ITC-BT-40, los cables de conexión desde el generador hasta el punto de interconexión a la red de distribución pública, o instalación interior, se dimensionarán para una intensidad de al menos un 125% de la máxima del generador.
- Caída de tensión permitida: según el apartado '5. Cables de conexión' de la ITC-BT-40, se especifica que la caída de tensión entre salida del inversor y el punto de interconexión no será mayor a 1,5%.
- El Cuadro General del Cliente se localiza a 25 m de la ubicación del inversor.

2.5.2.1. Comprobación por caída de tensión.

La caída de tensión en sistemas trifásicos se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times L \times I_n \times \cos \varphi}{\sigma \times S}$$

Donde:

- L = longitud del cable (m).
- I = intensidad nominal a la salida del inversor (A).
- S = sección del conductor (mm²).
- σ = conductividad del conductor (cobre = 56 m/ Ω mm²).
- $\cos \varphi$ = factor de potencia. El valor del factor de potencia debe de estar en todo momento entre los valores de 0,98 inductivo y 0,98 capacitivo. Por tanto, se tomará el valor de 0,98.

La corriente nominal se obtendrá de la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_L \times \cos\varphi} = \frac{100000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,98} = 147,28 \text{ A}$$

Por tanto, la caída de tensión, para una sección de cable de 70 mm² será de:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 25 \times 147,28 \times 0,98}{56 \times 70} = 1,593 \text{ V}$$

Lo que supone una caída de tensión de:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_L} \times 100 = \frac{1,593}{400} \times 100 = 0,398\%$$

Como se puede observar, resulta un valor inferior al 1,5% permitido, lo que justifica la sección elegida para este criterio.

2.5.2.2. Comprobación por criterio térmico.

En primer lugar, se calculará la intensidad nominal de salida del inversor mediante la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_L \times \cos\varphi} = \frac{100000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,98} = 147,28 \text{ A}$$

De acuerdo con la ICT-BT-40 del REBT, la corriente de diseño será de:

$$I_{MAX} = 1,25 \times I_n = 1,25 \times 147,28 = 184,1 \text{ A}$$

En la tabla B.52.5 de la norma UNE-HD 60364-5-52 se indican las corrientes admisibles para las siguientes condiciones: aislamiento XLPE, conductores de cobre, temperatura del conductor igual a 90°C y temperatura ambiente de 30°C, método de instalación B1: cables unipolares, tres conductores cargados.

Para estudiar el caso más desfavorable, se aplicará un factor de corrección para temperatura ambiente de 40°C. En la tabla B.52.14 de la norma UNE-HD 60364-5-52 se impone un factor de corrección de 0,91.

Se utilizará un conductor de 70 mm², cuya intensidad admisible es de 222 A.

$$I_{MAX,CORR} = 222 \times 0,91 = 202,02 \text{ A}$$

Se obtiene una intensidad máxima admisible superior a la intensidad máxima de diseño, de 184,1 A, por lo que la sección elegida será suficiente según este criterio.

2.6. Cálculo de protecciones

Se justifica la elección de las diferentes protecciones que han de garantizar la seguridad, tanto para la propia instalación como para las personas.

2.6.1. Protecciones CC

Las protecciones de la red de CC en sistemas fotovoltaicos han de garantizar la protección de personas frente a choques eléctricos y, también, la protección de equipos frente a sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones, y las prescripciones a tener en cuenta están en la norma UNE-HD 60364-7-712.

2.6.1.1. Protección de personas frente a choques eléctricos

Según la norma UNE-HD 60364-7-712:2017, en el lado de corriente continua debe aplicarse una de las siguientes medidas de protección:

- Aislamiento doble o reforzado. La medida de aislamiento doble o reforzado se verá cubierta al ser todo el material eléctrico en el lado de continua (módulos, canalizaciones, cables, etc.) de aislamiento clase II o equivalente.
- Muy baja tensión de seguridad (MBTS) y muy baja tensión de protección (MBTP). El uso de esta medida será de aplicación solo en instalaciones cuya tensión en circuito abierto, V_{OC} , no exceda de los 120 V. En este caso no será de consideración.

Como medida de protección complementaria frente a contactos directos e indirectos se utilizará la propia configuración flotante de la red DC (terminales positivos y negativos aislados de tierra) junto con el controlador de aislamiento que trae incorporado el inversor para supervisar la resistencia de aislamiento de esta red.

2.6.1.2. Protección contra sobreintensidades

El inversor seleccionado dispone de varios sistemas de seguimiento del punto de máxima potencia, MPPT, independientes entre sí y diseñados para que la corriente inversa no pueda

circular de uno a otro. Para determinar las corrientes de cortocircuito, el número de cadenas a considerar es de 2 para el inversor Huawei SUN2000-100KTL-M1, que dispone de 10 seguidores MPPT.

De acuerdo con la norma UNE-HD 60364-7-712:2017, en las redes de continua de los generadores fotovoltaicos es necesaria la protección contra sobreintensidades cuando se tienen más de dos cadenas en paralelo y si se cumple la siguiente expresión:

$$1,35 \times I_{MOD,MAX,OCPR} < (N_s - 1) \times I_{SC,MAX}$$

Donde:

- $I_{MOD,MAX,OCPR}$ = valor máximo de protección contra las sobreintensidades del módulo. Para el módulo seleccionado este valor es de 25 A.
- N_s = número de strings en paralelo por MPPT.
- $I_{SC,MAX}$ = intensidad máxima de cortocircuito del módulo teniendo en cuenta el coeficiente de 1,25. En el caso del módulo seleccionado será de $1,25 \times 13,85 = 17,31$ A.

En este proyecto, se conectará un string por MPPT, por lo que no será necesaria la protección contra sobreintensidades en CC. Aún en el caso de que se conectaran dos cadenas por MPPT, no se cumpliría la expresión dada, por lo que seguiría sin ser necesario disponer de protección contra sobreintensidades:

$$1,35 \times 25 < (2 - 1) \times 17,31 \rightarrow \text{No se cumple}$$

2.6.1.3. Protección contra las corrientes de sobrecarga

Dado que en este proyecto las cadenas irán directamente conectadas al inversor, solo existirán cables de cadena fotovoltaica, y de acuerdo con la norma UNE-HD 60364-7-712, para la protección de los mismos debe considerarse que:

- En un grupo fotovoltaico con una o dos cadenas fotovoltaicas en paralelo, no se requiere dispositivo protector de sobreintensidad (tal y como se expuso en el apartado anterior).

La corriente permanente admisible I_Z del cable para cadena fotovoltaica debe ser superior o igual a la corriente máxima de cortocircuito de la cadena:

$$I_{SC,MAX} \leq I_Z$$

Esta expresión está debidamente justificada en el apartado “2.5. Dimensionado de conductores”.

2.6.1.4. Protección contra sobretensiones

De acuerdo con el apartado 712.534.102 de la norma UNE-HD 60364-7-712 cuando el inversor incorpora dispositivos de protección contra sobretensiones en el lado de corriente continua, se considera que cumplimentan la función de protección contra las sobretensiones solo si el fabricante del inversor especifica su uso conveniente para el lado de corriente continua de la instalación fotovoltaica.

En este proyecto, el inversor seleccionado dispone de protecciones contra sobretensiones en el lado de CC, por lo que no será necesario añadir dispositivos adicionales de protección contra sobretensiones.

2.6.2. Protecciones AC

Al igual que las protecciones de la red de continua, las protecciones de la red de alterna se regirán por las mismas normas. Se procederá a justificar los elementos elegidos para cada línea de la misma forma que en el apartado de CC.

Se utilizan interruptores automáticos magnetotérmicos para protección frente a sobre corrientes, además de interruptores diferenciales para protección de las personas.

2.6.2.1. Protección frente a sobrecargas y sobreintensidades

Para la protección contra cortocircuitos y sobrecargas en la red de baja tensión AC de conexión del inversor se utilizarán interruptores automáticos que incorporan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (magnetotérmicos).

De acuerdo con la norma UNE-HD 60364-4-43 “protección para garantizar la seguridad; protección contra las sobreintensidades”, para la protección de los conductores frente a sobrecargas se deben de cumplir las siguientes condiciones para el dispositivo de protección elegido:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z$$

Donde:

- I_B = corriente de diseño del circuito.
- I_n = corriente asignada al dispositivo de protección.
- I_Z = corriente admisible por el conductor de acuerdo al método de instalación y correspondientes factores de corrección.
- I_2 = corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo.

Por tanto:

$$I_b = 184,1 A$$

$$I_Z = 240,24 A$$

Se utilizará un interruptor automático magnetotérmico de la gama industrial de calibre 200. Por tanto, $I_n = 200 A$. En este caso, $I_2 = 1,3 I_n$, ya que al tener una intensidad nominal mayor de 125 A se considera dentro de la gama industrial y se rige según la norma UNE-EN 60947-2.

$$I_2 \leq 1,45 I_Z \rightarrow 1,3 I_n \leq 1,45 I_Z \rightarrow 1,3 \times 200 \leq 1,45 \times 240,24$$

$$260 A \leq 348,35 A \rightarrow \text{Cumple}$$

3. PLIEGO DE CONDICIONES

El objeto del presente proyecto es establecer las condiciones técnicas necesarias para la ejecución de una instalación fotovoltaica para autoconsumo de 101,52 kWp de potencia nominal en el municipio de Albánchez de Mágina, situado en la provincia de Jaén.

Dicha instalación incluye los siguientes cometidos:

- I. Trámites oportunos que precisa la instalación fotovoltaica de autoconsumo para poder ejecutar las obras e inyectar la electricidad producida a la red interior de consumo.
- II. Instalaciones propiamente dichas, incluyendo:
 - Ingeniería y dirección de obra.
 - Acopio y aprovisionamiento de materiales.
 - Transporte y carga/descarga de materiales.
 - Montaje y conexionado del conjunto.
 - Pruebas y puesta en marcha de la instalación.

La instalación se realizará cumpliendo toda la normativa que afecte a ambas instalaciones, y todos sus componentes deberán haber sido debidamente homologados por los organismos competentes.

3.1. Pliego de Condiciones Generales

TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA.

Corresponde al Técnico director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.

- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

CONSTRUCTOR O INSTALADOR.

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio Básico de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuna hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

FALTAS DE PERSONAL.

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación. El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

CAMINOS Y ACCESOS.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora. Asimismo, el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

REPLANTEO.

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta. El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez éste haya dado su conformidad, preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato. Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

ORDEN DE LOS TRABAJOS.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

OBRAS OCULTAS.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

TRABAJOS DEFECTUOSOS.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

VICIOS OCULTOS.

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

MATERIALES NO UTILIZABLES.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

LIMPIEZA DE LAS OBRAS.

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

PLAZO DE GARANTÍA.

El plazo de garantía será según indica la legislación vigente, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

3.2. Pliego de condiciones técnicas

A continuación, se describen las especificaciones técnicas de los materiales y equipos principales que componen la instalación. En la ejecución de la instalación se admitirá la modificación de alguno de estos materiales o equipos por otros de características similares, siempre que no afecte al correcto funcionamiento de la instalación fotovoltaica ni suponga un decremento en la producción anual de electricidad.

3.2.1. Sistemas generadores fotovoltaicos

Todos los módulos de silicio cristalino deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales serán de aluminio o acero inoxidable.

La potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

La estructura del generador y el marco de los módulos se conectarán a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

3.2.2. Estructura soporte

El diseño de la estructura se realizará para conseguir la orientación y el ángulo de inclinación óptimos para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

Los topes de sujeción de los módulos a la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

La estructura soporte será calculada de acuerdo al CTE para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

3.2.3. Inversores

Será del tipo adecuado para la conexión a red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas del inversor serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.

- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

El inversor cumplirá con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de red, etc.

El inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas del inversor serán las siguientes:

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10% superior a las CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante periodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90% al 92% para inversores mayores de 5 kW.

El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0.5% de su potencia nominal.

El factor de potencia generada deberá ser superior a 0,95 entre el 25% y el 100% de su potencia nominal.

El inversor tendrá un grado de protección mínima IP20 para colocación en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para colocación en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP65 para instalación a la intemperie.

El inversor estará garantizado para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0° y 40° C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

3.2.4. Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5% y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado.

Por instrucción de la Dirección General de Industria, en la que se indica que las canalizaciones en fotovoltaica al considerarse "locales mojados" por estar a la intemperie, deberá cumplirse lo indicado en el punto 2 de la ITC-BT 30 del REBT.

Líneas de Baja Tensión de Corriente Continua

Son las líneas trazadas desde los módulos fotovoltaicos hasta su conexión con el inversor de corriente. Su protección se realizará por medio de dispositivos de protección incluidos en el interior del inversor, una para cada seguidor MPP del inversor, dotadas de fusibles para cada línea positiva y negativa proveniente de los módulos, protección contra sobretensiones de continua clase 2 y salida con seccionador.

El trazado de las líneas de CC discurre a través de la cubierta del edificio, por lo cual sus características térmicas serán calculadas de acuerdo al REBT para instalación exterior.

El conexionado de las mismas se realizará, según proceda:

- Conexionado entre placas se realizará mediante los conectores rápidos incluidos en las placas.
- Conexionado con inversor. Se realizará mediante los conectores rápidos indicados por el fabricante del inversor.

El cable utilizado cumplirá la normativa vigente.

Líneas de Baja Tensión de Corriente Alterna

Son las líneas trazadas desde el inversor de corriente hasta el punto de conexión de la red interior. La protección se realizará por medio de interruptores automáticos magnetotérmicos.

El cable utilizado cumplirá la normativa vigente.

3.2.5. Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el 1699/2011 (artículo 14) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, el cual establece que la instalación deberá contar como mínimo con las siguientes protecciones:

- a) Un elemento de corte general de la instalación
- b) Interruptor automático diferencial
- c) Interruptor automático de la conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación
- d) Protecciones de la conexión máxima y mínima frecuencia, y máxima y mínima tensión entre fases
- e) Además, para tensión mayor de 1 kV y hasta 36 kV, inclusive, se deberá añadir el criterio de desconexión por máxima tensión homopolar.

El CTE, en el documento técnico HE5, en el apartado 3.2.3.3, establece que la parte de corriente continua de la instalación tendrá un grado de protección Clase II o aislamiento equivalente cuando se trate de emplazamiento accesible. Los materiales situados en la intemperie tendrán al menos un grado de protección IP65.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia y de máxima y mínima tensión serán para cada fase.

3.2.6. Canalizaciones

Las canalizaciones de líneas subterráneas, deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido serán superiores a 20 veces su diámetro.

Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite.

3.2.7. Puesta a tierra

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el RD 1699/2011 (artículo 15) según el cual la puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se justificarán los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Tal y como indica el pliego de condiciones técnicas de la IDAE, todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

3.2.8. Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el RD 1699/2011 (artículo 16) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

4. GESTIÓN DE RESIDUOS E IMPACTO AMBIENTAL

4.1. Antecedentes

Se prescribe el presente Estudio de Gestión de Residuos, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Su objeto es servir de referencia para que el Constructor redacte y presente al Promotor un Plan de Gestión de Residuos en el que se detalle la forma en que la empresa constructora llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en cumplimiento del articulado del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por el Promotor, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

4.2. Estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición que se generan en la obra

En la siguiente tabla se indican las cantidades de residuos de construcción de la instalación solar fotovoltaica.

Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) establecida en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014.

Tabla 5 Residuos de construcción y demolición generados

Código	RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
De naturaleza no pétreo	
150101	Envases de papel y cartón
170203	Plástico
170201	Madera

4.3. Medidas de prevención de residuos en la obra

En la lista anterior puede apreciarse que los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no pétreo (Cartón, madera y plástico).

Estos residuos pertenecen a los embalajes y pallets de los módulos fotovoltaicos y los inversores que una vez finalizada la obra se depositan en los contenedores establecidos a tal efecto para cada uno de ellos.

La estructura es de aluminio se sirve en obra cortado a medida para prevenir futuros residuos. No hay obra civil. El montaje de la estructura se realiza cumpliendo con la normativa vigente y en concreto, con el Real Decreto 396/2006 que permite que se realicen determinados trabajos sin que sea necesario que la empresa esté inscrita en el RERA, ni tenga que presentar un plan de trabajo ni hacer vigilancia específica de la salud, eximiéndolo además de otros deberes documentales.

Para darse tales exenciones se deben cumplir tres condiciones comunes: Tratarse de exposiciones esporádicas, sólo durante el perforado.

La intensidad de estas exposiciones debe ser baja puesto que el proceso se hace con humectación previa e incluso durante el taladrado, consiguiendo una afectación del entorno mínima o inapreciable.

Además, el trabajo se realiza durante horas en las que no haya personal de la empresa, con una limpieza posterior y una contención limitada al punto de taladrado.

Y además los trabajos también consisten en la encapsulación y sellado para evitar las goteras sin que, en ningún caso, implique riesgo de liberación de fibras. Por consiguiente, el montaje se realiza cumpliendo con las medidas idóneas de prevención (técnicas, organizativas y de higiene personal y protección); además, los trabajadores disponen de toda la formación y equipos exigidos legalmente, así como la información necesaria y especificada en el RD mencionado.

Los envases de Polímero que se utiliza como producto de sellado de las perforaciones en la cubierta para atornillar la estructura de aluminio, cumplen la normativa europea de producto no peligrosos y son depositados en los contenedores de plástico habilitados a tal fin.

En este sentido, el Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos 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.

4.4. Medidas para la separación de los residuos en obra

Dado que las cantidades de residuos de construcción estimadas para la obra objeto del presente proyecto son inferiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 5 del artículo 5 del RD 105/2008, no será obligatorio separar los residuos por fracciones.

4.5. Prescripciones del pliego de condiciones técnicas particulares del proyecto

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar, por parte del contratista, la realización de una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

4.6. Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra

El coste previsto para la manipulación de los residuos de construcción demolición de la obra descrita en el presente proyecto está incluido en cada uno de los costes de las unidades y partidas de obra, al haberse considerado dentro de los costes indirectos de éstas.

IMPACTO AMBIENTAL. VENTAJAS AMBIENTALES.

1. Evita la contaminación. Las placas solares fotovoltaicas son la mejor tecnología disponible para la producción solar de electricidad, ya que transforman un recurso renovable como la radiación solar en electricidad sin ningún tipo de emisión de contaminante o generación de residuos. La producción de electricidad con este tipo de instalaciones evita la generación de la misma cantidad de energía en centrales térmicas.
2. No hay ningún tipo de transferencia de contaminación entre medios y no genera ningún tipo de residuo su funcionamiento.
3. La instalación supone un ahorro de energía utilizando racionalmente un recurso renovable como es la radiación solar, implicando un ahorro de emisiones contaminantes.
4. Aprovecha un recurso local abundante y renovable.
5. Adaptación producción-demanda. Máxima producción en verano cuando hay más demanda de consumo en el punto de suministro, al ser temporada alta.

6. Descentraliza la producción, reduce los costes de transporte de electricidad al acercar producción y consumo, reduciéndose las pérdidas.
7. Puede incluirse como objetivo en los indicadores de un sistema de calidad ambiental (SGA).
8. Aumenta la independencia energética del país, al disminuir la compra de combustibles.

BALANCE MEDIOAMBIENTAL.

La energía solar fotovoltaica ayuda a disminuir problemas medioambientales, tales como:

- El efecto invernadero, provocado por las emisiones de dióxido de carbono.
- La lluvia ácida, provocada por las emisiones de dióxido de Azufre.

A continuación, puede apreciarse la aportación del sistema propuesto a la conservación del medio ambiente:

- Energía Total Generada: 143.500 kWh/año
- Ahorro Emisiones CO₂: 49.900 kg/año

IMPACTO VISUAL.

El impacto visual de la instalación fotovoltaica queda prácticamente reducido a la vista de pájaro, ya que la inclinación escogida (15°, inclinación del tejado) reduce de manera sensible dicho impacto para el observador común.

IMPACTO ACÚSTICO.

Esta instalación no causa ningún impacto acústico, ya que los equipos instalados no producen ningún tipo de ruido, a excepción del inversor que produce un ruido inapreciable, por debajo de los 65 dB.

IMPACTO SOBRE EL TERRITORIO.

La zona en la que se pretende realizar la instalación es sobre una cubierta ya existente, por lo que la colocación de los paneles sobre dicha cubierta no causa ningún impacto sobre el terreno.

5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.1. Memoria descriptiva

5.1.1. Emplazamiento

El proyecto se va a desarrollar en la Comunidad Autónoma de Andalucía, en el municipio de Albánchez de Mágina, Jaén.

5.1.2. Climatología

Hay que definir la climatología porque sin duda influye en el nivel de la prevención alcanzable. El clima de la zona donde se va a ejecutar la obra es suave, y generalmente cálido y templado.

5.1.3. Accesos 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.

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.

5.1.4. Interferencias y servicios afectados

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadoras de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. A tal fin, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, según los términos previstos en los artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos, este último referente a Coordinación de actividades empresariales.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos, deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc... y su zona de influencia.

En caso de encontrarse con ellas, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

5.1.5. Suministro de energía eléctrica

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas.

5.1.6. Suministro de agua potable

Se consultará a la Propiedad sobre la posible conexión en el emplazamiento de la obra para suministro de agua. En caso de que el suministro no pueda realizarse, se dispondrán de los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

5.1.7. Vertido de aguas residuales

Se conectarán a la red de alcantarillado existente en las inmediaciones de la ubicación de las obras.

En caso de no existir red de alcantarillado, se dispondrá de una fosa séptica provisional, con capacidad adecuada, desde el principio de las obras a la cual se conducirán las aguas sucias de los servicios higiénicos.

5.2. Metodología y desarrollo del Estudio

5.2.1. Aspectos generales

El Contratista acreditará la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, se comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente. La dirección y teléfono de estos servicios deberán ser colocada forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar de los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

5.2.2. Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos

En el siguiente punto, Identificación y Prevención de Riesgos, se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva.

- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Prohibir la entrada a la obra a todo personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Utilizar andamios y plataformas de trabajo adecuados.

5.2.3. Protecciones

- Ropa de trabajo:

Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.

- Equipos de protección:

Se relacionan a la continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en estos tipos de trabajo. El contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según trabajo:

- Equipos de protección individual (EPI):
 - Calzado de seguridad.
 - Casco de seguridad.
 - Guantes aislantes de BT y AT.
 - Guantes de protección mecánica.
 - Pantalla de soldador.
 - Gafas de seguridad.
 - Cinturón de seguridad.
 - Protectores auditivos.
- Protecciones colectivas:
 - Señalización: cintas, bandoleras, etc.
 - Limitación: barandillas, redes, lonas, etc.
 - Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar.
- Equipos de protección contra incendios:
 - Extintores.

5.3. Análisis de riesgos y su prevención

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividirán las obras en una serie de trabajos por especialidades o unidades constructivas, dentro de cada uno de los apartados correspondientes a la obra civil y al montaje, así como en una serie de equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la ejecución de las mismas.

El siguiente análisis de riesgos sobre el proyecto de ejecución podrá ser variado por cada uno de los contratistas adjudicatarios en su propio Plan de Seguridad y Salud, cuando sea adaptado a la tecnología de construcción que les sea de aplicación.

5.4. Riesgos por obra civil

5.4.1. Excavación

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Choque contra objetos inmóviles.

Medidas de prevención a aplicar:

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

- En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- Todas las excavaciones de obra se señalizarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel. Cuando la profundidad de la excavación sea superior a 2 metros, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
- Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.

- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.

Equipos de protección individual a utilizar:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Mascarillas de protección para ambientes polvorientos.
- Guantes de trabajo.
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

5.4.2. Cimentación

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición al ruido.

Medidas de prevención a aplicar:

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o desplazamientos del terreno.
- Se deberá revisar el estado de las zanjas a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes por proximidad de caminos transitados por vehículos y en

especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.

- Cuando la profundidad de la zanja o excavación sea igual o superior a los dos metros, se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 centímetros de anchura, bordeados con barandillas sólidas de 90 centímetros de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Mientras se está realizando el vertido del hormigón, se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles. En caso de fallo, lo más recomendable es parar el vertido y no reanudarlo hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el suelo no esté o no resulte peligroso.
- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra en las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, ésta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de cimentación no superior a los 4 metros.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar el riesgo de caídas de las mismas a otro nivel.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigoneras durante el retroceso.

- Se instalará un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos de riesgo de caída en altura.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Mascarillas de protección para ambientes polvorientos.
- Guantes de trabajo.
- Guantes de goma para el trabajo con el hormigón.
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero.
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

5.4.3. Trabajos de albañilería

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes/cortes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Proyección de fragmentos o partículas.

Medidas de prevención a aplicar:

- Se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares que van a ser utilizados en los trabajos.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.

- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención en la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- El lugar de trabajo se mantendrá ordenado, limpio y señalizado en todo momento, así como el lugar destinado al almacenamiento de materiales.
- Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.
- Las máquinas herramientas seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra ambientes polvorientos.
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante.
- Bolsa portaherramientas.
- Ropa de trapajo para el mal tiempo.

5.4.4. Trabajos de pintura

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.

- Exposición a sustancias nocivas.
- Incendios.

Medidas de prevención a aplicar:

- Se tendrá siempre en cuenta que las pinturas pueden llevar compuestos molestos, tóxicos o inflamables.
- Cuando se pinte en el interior de espacios cerrados se dispondrá de una renovación del aire de los mismos, a la frecuencia que se determine con anterioridad al comienzo de los trabajos.
- Cuando se pinte a pistola se usarán gafas panorámicas estancas y antiempañantes y respiradores con filtro para gases orgánicos y prefiltro.
- Se prohibirá pintar y pulverizar en sitios donde pueden aparecer llamas, chispas o zonas muy calientes, sin disminuir previamente la carga de fuego existente en la zona.
- Se prohibirá fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos. Asimismo, será obligatorio lavarse bien con abundante agua y jabón antes de comer y fumar.
- Se prohibirá el uso de aire comprimido para la limpieza de ropas y de la piel.
- Se prohibirá el uso de oxígeno u otro gas para pulverizar líquidos inflamables y especialmente pintura.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas panorámicas estancas y antiempañantes.
- Equipos filtrantes de partículas.
- Guantes contra las agresiones químicas.
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de protección contra agresiones químicas.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

5.4.5. Acabados

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.

- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes/cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

Medidas de prevención a aplicar:

- Se comprobará el estado de los medios auxiliares empleados en los trabajos al comienzo de cada jornada.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención a la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- El lugar de trabajo se mantendrá limpio y señalizado, lo mismo que el destinado al corte de cristales, cerámica, etc y el lugar de almacenamiento de materiales.
- Las herramientas de corte se encontrarán en perfecto estado de mantenimiento.
- Las máquinas herramientas siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra ambientes polvorientos.
- Gafas contra la proyección de fragmentos o partículas.

- Guantes de trabajo.
- Guantes contra las agresiones de pinchazos o cortes para los cristaleros.
- Guantes de goma contra las agresiones del cemento para los soldadores.
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.
- Bolsa portaherramientas para el material.

5.4.6. Manipulación manual de cargas

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.

Medidas de prevención a aplicar:

- Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:
 - Enmarcando la carga.
 - Ligeramente separados.
 - Ligeramente adelantando uno respecto al otro.
- Técnica segura de levantamiento:

- Situar el peso cerca del cuerpo. Mantener la espalda plana.
 - No doblar la espalda mientras levanta la carga.
 - Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
-
- Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
 - Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
 - Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.
 - El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
 - La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.
 - En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.
 - Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°).
 - Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
 - En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
 - La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.
 - En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.
 - Para transportar una carga, ésta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.

- Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.
- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.
- El peso del cuerpo puede ser utilizado:
 - Empujando para desplazar un móvil (carretilla, por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
 - Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
 - Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.
- En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.
- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.
- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90°, lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.
- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechará su peso y nos limitaremos a frenar su caída.
- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los portadores puede lesionar a varios.
- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:
 - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de portadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
 - La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.

- La explicación a los portadores de los detalles de la operación (ademanos a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.).
- La situación de los portadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).
- El transporte se deberá efectuar:
 - Estando el portador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
 - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
 - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.
- Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
- Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
- Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
- Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.
- Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.
- El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

5.4.7. Izado de cargas

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes/cortes por objetos y herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.

Medidas de prevención a aplicar:

- Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.
- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

5.4.8. Transporte de material

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.

- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Choque contra objetos móviles/inmóviles.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a ambientes polvorientos.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Medios de prevención a aplicar:

- El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- Si tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá, o bien dentro de la cabina, o bien alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Cualquier operación de revisión con la caja levantada se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina).

- Mascarilla de protección contra ambientes polvorientos.
- Gafas de protección contra ambiente polvoriento.
- Guantes de trabajo.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

5.4.9. Trabajos de soldadura autógena

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos térmicos.
- Exposición a radiaciones.

Medidas de prevención a aplicar:

- Se revisará periódicamente el estado de las mangueras, eliminando las que se encuentren agrietadas exteriormente.
- Las mangueras para conducción del acetileno serán de distinto color que las utilizadas para la conducción del oxígeno.
- Las conexiones de manguera tendrán rosca y fileteado diferentes de modo que sea imposible confundirlas y cambiarlas.
- Se deberá comprobar si las boquillas para la soldadura o el corte se hallan en buenas condiciones.
- Los sopletes deberán tener boquillas apropiadas y en buen estado. Si hay que limpiarlas se usará una aguja de latón para no deformarlas.
- Se ajustarán bien las conexiones, con llave si es necesario, antes de utilizar el gas.
- Antes de utilizar el equipo de soldadura o corte autógenos, habrá que asegurarse de que todas las conexiones de las botellas, reguladores y mangueras están bien hechas.
- Se comprobará si todos los materiales inflamables están alejados o protegerlos de las chispas por medio de pantallas, lonas ignífugas.

- Se colocarán extintores de polvo o anhídrido carbónico en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura o corte.
- En los lugares de paso se deberán proteger las mangueras para evitar su deterioro.
- Antes de abrir las válvulas de las botellas de oxígeno y acetileno, se deberá comprobar que están cerradas las válvulas del manorreductor.
- Colocarse a un lado del regulador cuando se abran las válvulas de las botellas.
- Antes de encender el soplete se deberá dejar salir el aire o gas que puedan tener las mangueras, abriendo para ello el soplete.
- Para encender la boquilla se deberá emplear un encendedor de fricción, no con cerillas que darían lugar a quemaduras en las manos.
- Para encender un soplete, las presiones deberán estar cuidadosamente reguladas.
 - Abrir ligeramente la espita del oxígeno. Abrir mucho la espita del acetileno.
 - Encender la llama, que presentará un ancho excesivo de acetileno. Regular la llama hasta obtener un dardo correcto.
- Se deberá emplear la presión de gas correcta para el trabajo a efectuar. La utilización de una presión incorrecta puede ser causa de un mal funcionamiento de la boquilla y de un retroceso de la llama o explosiones que puede deteriorar el interior de la manguera.
- Los manómetros deberán encontrarse en buenas condiciones de uso. Si se comprueba rotura, deterioro o que la lectura no ofrece fiabilidad, deberán ser sustituidos de inmediato.
- No se usarán botellas de combustible teniendo la boca de salida más baja que el fondo. Por el contrario, se pondrán verticales con la boca hacia arriba y sujetas con collarines que garanticen su posición, evitando su caída.
- Se utilizarán ropas que protejan contra las chispas y metal fundido. Se llevará el cuello cerrado, bolsillos abotonados, mangas metidas dentro de las manoplas o guantes, cabeza cubierta por medio de pantallas inactivas, calzado de seguridad, polainas y mandil protector. El ayudante deberá ir también protegido, al menos con careta inactiva.
- Cuando se efectúen trabajos en lugares elevados, el soldador utilizará el cinturón de seguridad a partir de los 2 metros de altura, y además tomará precauciones para que las chispas o metal caliente no caigan sobre personas ni sobre materiales inflamables.
- Se prohíbe introducir las botellas de oxígeno y acetileno en el recipiente que se está soldando.
- Cuando se efectúen trabajos de soldadura o corte en espacios reducidos, hay que procurar tener una buena ventilación.

- Deberá existir una distancia mínima de 1,5 metros entre el punto de soldadura y los materiales combustibles.
- Está prohibido soldar a menos de 6 metros de distancia de líquidos inflamables y sustancias explosivas.
- No se podrá calentar, cortar ni soldar recipientes que hayan contenido sustancias inflamables, explosivas o productos que, por reacción con el metal del contenedor o recipiente, genere un compuesto inflamable o explosivo, sin la previa eliminación del residuo.
- En el caso de incendiarse una manguera de acetileno, no se deberá intentar extinguir el fuego doblando y oprimiendo la manguera. Se cerrará la llave de la botella.
- Al terminar el trabajo hay que cerrar primero la válvula del soplete, después de los manorreductores y por último la de las botellas.
- Los sopletes no se golpearán ni se colgarán de los manorreductores, de modo que puedan golpearse con las botellas.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Guantes o manoplas para soldadura.
- Manguitos para soldadura.
- Pantallas para soldadura.
- Polainas de soldador.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero.

5.4.10. Trabajos de soldadura eléctrica

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos térmicos.
- Exposición a radiaciones.

Medidas de prevención a aplicar:

- Las masas de cada aparato estarán dotadas de puesta a tierra.
- La superficie de los portaelectrodos a mano y los bornes de conexión para circuitos de alimentación de aparatos de soldadura, deberán estar cuidadosamente dimensionados y aislados.
- Los cables de conductores se revisarán frecuentemente y se mantendrán en buenas condiciones.
- La pinza portaelectrodos se mantendrá siempre en buen estado y cerca de donde se esté soldando.
- Los cables deteriorados o averiados deberán repararse cuidadosamente. Todos los puntos de empalme de los cables de soldadura deberán estar perfectamente aislados.
- Los cables de conexión a la red y los de soldadura deberán enrollarse antes de realizar cualquier transporte.
- En lugares húmedos el operario se deberá aislar trabajando sobre una base de madera seca.
- Se deberán de colocar extintores en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura eléctrica.
- Las radiaciones producidas en trabajos de soldadura eléctrica afectan no solo a los ojos, sino a cualquier parte del cuerpo expuesta. Por ello, el soldador deberá utilizar pantalla facial, manoplas, polainas y mandil, como mínimo. Para la protección de otros trabajadores próximos se utilizarán cortinas o paramentos ignífugos.
- Los ayudantes de los soldadores también deberán usar gafas o pantallas inactivas.
- Se dispondrán adecuadamente los cables de modo que no representen un riesgo para el personal o puedan sufrir daños mecánicos.
- La zona de trabajo estará convenientemente delimitada y en su interior todo el personal deberá utilizar los equipos de protección personal.
- El cable de tierra deberá conectarse lo más cercano posible a la pieza donde se efectúa la soldadura, sin que pueda conectarse a otro equipo o instalación existente, así como tampoco a través del acero de refuerzo de las estructuras de hormigón armado.
- Tantas veces como se interrumpa por algún tiempo la operación de soldar, se cortará el suministro de energía eléctrica a la máquina. Al terminar el trabajo debe quedar totalmente desconectada y retirada de su sitio.

- Las conexiones con la máquina deberán tener las protecciones necesarias y, como mínimo, fusibles automáticos interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA), con una buena toma de tierra.
- La alimentación eléctrica al grupo de soldadura se realizará a través de un cuadro provisto de interruptor diferencial adecuado al voltaje de suministro, si no se cumplen los requisitos del apartado anterior.
- Los generadores de combustión interna (diésel) deberán pararse cuando no se estén utilizando, así como cuando se requiera repostar combustible.
- Se dispondrá de un extintor de polvo químico junto al grupo diésel.
- Los electrodos usados se dispondrán en un recipiente, evitando que queden esparcidos por el suelo.
- Antes de realizar cambios de intensidad deberá desconectarse el equipo.
- No introducir jamás el portaelectrodos en agua para enfriarlo, puede causar un accidente eléctrico.
- No se dejará la pinza y su electrodo directamente apoyados en el suelo, sino en un soporte aislante.

Soldadura en interior de recintos cerrados

Para soldar en recintos cerrados habrá que tener siempre presente que:

- Deben eliminarse, por aspiración, gases, vapores y humos.
- Hay que preocuparse de que la ventilación sea buena.
- Nunca se debe ventilar con oxígeno.
- Hay que llevar ropa protectora y difícilmente inflamable.
- No se debe de llevar ropa interior de fibras artificiales fácilmente inflamables.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Pantallas para soldadura.
- Manguitos, guantes o manoplas y polainas para soldadura.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura.

5.4.11. Trabajos próximos a elementos en tensión

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Electrocuciones.
- Incendios.

Medidas de prevención a aplicar:

- Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Se define como trabajador autorizado aquel trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, sobre la base de su capacidad para hacerlos de forma correcta.
- Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no sólo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.
- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.

- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc.... en todos los conductores, incluido el neutro.
- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea sólo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico.
- Guantes de trabajo.
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión.
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.

5.4.12. Trabajos en tensión

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.

Medidas de prevención a aplicar:

- Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D. 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Para estos trabajos se deberán haber desarrollado procedimientos específicos, los operarios deberán tener una formación adecuada y tanto el material de seguridad, como el equipo de trabajo y las herramientas a utilizar serán las adecuadas.
- La zona de trabajo debe estar claramente definida y delimitada.
- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizarse trabajos, deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.
- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.
- Se deben tomar medidas de prevención adecuada para evitar accidentes a personas por otras fuentes de peligro tales como sistemas mecánicos o en presión o caídas.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.
- Los materiales inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de arco eléctrico.
- Si es necesario, durante la realización de cualquier trabajo u operación, se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.
- Los procedimientos de trabajos en tensión solo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio o explosión.
- Se debe asegurar que el trabajador se encuentra en una posición estable, para permitirle tener las dos manos libres.
- Los operarios utilizarán equipos de protección individual apropiados y no llevarán objetos metálicos, tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.
- Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial,

herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.

- Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta todos los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- Dependiendo del tipo de trabajo, el personal que lo realice debe estar formado y además especialmente entrenado.
- Deberán especificarse las características, la utilización, el almacenamiento, la conservación, el transporte e inspecciones de las herramientas, los equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.
- Las herramientas, equipos y materiales estarán claramente identificados.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.
- Otros parámetros, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, se deben considerar si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.
- Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante.
- Guantes de trabajo.
- Guantes dieléctricos para baja tensión.
- Guantes dieléctricos para alta tensión.
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico.
- Arnés de seguridad.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

5.4.13. Trabajos en altura

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Golpes contra objetos o herramientas.

Medidas de prevención a aplicar:

- Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.
- Todos los trabajadores deben de disponer, previo al inicio de los trabajos, de formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos.
- Se emplearán en todo momento los medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.) adecuados para realizar este tipo de trabajos, los cuales cumplirán con lo estipulado en este Estudio de Seguridad.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.
- Si por motivos de localización del tajo de trabajo, no se emplearán medios auxiliares, el trabajador deberá usar arnés de seguridad amarrado a algún punto fijo de la estructura.
- El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, y no usando medios alternativos no seguros.
- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y

cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

- No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.
- Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.
- Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberá disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.
- Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.
- Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.
- Si por necesidad del trabajo hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse.
- Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída fortuita y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos.
- Las plataformas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, evitando sobrecargarlas en exceso.
- Para trabajos en cubierta con riesgo de caída a distinto nivel se deberá adoptar alguna de las medidas que se citan a continuación:
 - Proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm.
 - Instalar una línea de vida a la que permanezcan permanentemente amarrados los operarios mediante el uso de arnés de seguridad homologado.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos con barbuquejo.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Bolsa portaherramientas.

- Arnés de seguridad y línea de vida.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

5.5. Riesgos por maquinaria a emplear

5.5.1. Retroexcavadora

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Choque contra objetos móviles/inmóviles.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Exposición a ambientes polvorientos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Contactos eléctricos.

Medidas de prevención a aplicar:

- Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:
 - La caída o el retorno brusco de la jaula, plataforma, cuchara, cubeta, pala, vagoneta o, en general receptáculo o vehículo, a causa de avería en la máquina, mecanismo elevador o transportador, o de rotura de los cables, cadenas, etc., utilizados.
 - La caída de las personas y de los materiales fuera de los citados receptáculos y vehículos o por los huecos y aberturas existentes en la caja. La puesta en marcha, fortuita o fuera de ocasión, y las velocidades excesivas que resulten peligrosas.
 - Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o sus proximidades.
- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimiento de tierras y para manipulación de materiales deberán:
 - Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

- Estar equipados con extintor timbrado y con las revisiones al día, para caso de incendio.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente.
- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- Se hará una comprobación periódica de los elementos de la máquina.
- La máquina sólo será utilizada por personal capacitado.
- No se tratará de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- No se trabajará con la máquina en situación de semiavería. Se reparará primero y después se reanudará el trabajo.
- No libere los frenos de la máquina en posición parada si antes no ha instalado los calzos de inmovilización de las ruedas.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe que funcionan todos los mandos correctamente.
- No olvide ajustar el asiento para que pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- No se podrá fumar durante la carga de combustible ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se deberá desplazar a velocidades muy moderadas, especialmente en lugares de mayor riesgo, tales como pendientes, rampas, bordes de excavación, cimentaciones, etc.
- En la maniobra de marcha atrás, el operario conductor extremará las condiciones de seguridad. A su vez, la máquina estará dotada de señalización acústica, al menos, o luminosa y acústica cuando se mueva en este sentido.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios.
- El inicio de las maniobras se señalizará y se realizarán con extrema precaución.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina).
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de trabajo.
- Gafas de protección contra ambientes polvorientos (si la cabina no es hermética).
- Mascarilla de protección contra ambientes polvorientos (si la cabina no es hermética).

- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

5.5.2. Grúa

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Choque contra objetos móviles/inmóviles.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Contactos eléctricos.

Medidas preventivas a aplicar:

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- El gancho de izado deberá disponer de limitador de ascenso, y dispondrá de pestillo de seguridad en perfecto estado.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- En caso de elevación de palets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del palet para colocar en él el gancho de la grúa.
- Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.
- El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar y realizar las señales pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalista, siendo frecuentemente ambos la misma persona.

Las condiciones que deben cumplir estos operarios y su misión son las siguientes:

MAQUINISTA: no podrá padecer defectos de sus capacidades audiovisuales, así como ningún defecto fisiológico que afecte al funcionamiento de la máquina a su cargo. Además, poseerá de una formación suficiente para realizar las tareas específicas a su puesto de trabajo. asimismo, debe ser consciente de su responsabilidad, evitando sobrevolar la carga donde haya personas, manejando los mandos con movimientos suaves y vigilando constantemente la carga, dando señales de aviso en caso de observar anomalías. Antes de empezar la jornada diaria de trabajo, el maquinista verificará los siguientes puntos:

- Comprobar el funcionamiento de los frenos.
- Comprobar las partes sujetas al desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y superficies de fricción de rodillos.
- Comprobar el funcionamiento de limitadores y contactores.
- Comprobar los topes, gancho y trinquetes.
- Comprobar los lastres y contrapesos.
- Comprobar la tensión de los cables cuando este arriostrada.
- Una vez por semana, deberá hacer las siguientes revisiones:
 - Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.
 - Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductoras y el engrase de todos sus elementos especialmente los de giro.
 - Comprobar el estado de las eslingas, ondillas y aparejos de elevación general.

ENGANCHADOR: es el operario que hace el enganchado de la carga, se encargará de:

- Comprobar el estado de las eslingas, ganchos y cadenas.
- Cuidará que el amarre de las cargas sea correcto, observando que están bien repartidas y equilibradas.
- Impedirá el acceso de personas al radio de acción de la grúa.
- En caso de transporte de cargas lineales, tales como vigas y tablones, se utilizarán cuerdas para guiarlas en su traslado.

SEÑALISTA: cuando las cargas a transportar estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán una o varias personas que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad. Esta persona deberá cumplir las siguientes normas:

- Dirigirá la elevación y transporte de las cargas, evitando que tropiecen con obstáculos.
- Se colocará de modo que pueda ver en todo momento la carga, y al mismo tiempo, que el gruista pueda verle a él y advertir sus señales.
- Impedirá que se encuentren personas en la vertical de la carga en todo su recorrido.
- Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina).
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de trabajo.
- Gafas de protección contra ambientes polvorientos (si la cabina no es hermética).
- Mascarilla de protección contra ambientes polvorientos (si la cabina no es hermética).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

5.5.3. Maquinillo

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Golpes por objetos o herramientas.

Medidas preventivas a aplicar

- Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:
 - La caída o el retorno brusco de la carga por causa de avería en la máquina, mecanismo elevador o transportador, o de rotura de los cables, cadenas, etc., utilizados.
 - La caída de las personas y de los materiales fuera de los receptáculos habilitados a tal efecto.

- La puesta en marcha de manera fortuita o fuera de lugar.
- Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o en sus proximidades.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, así como del cable de suspensión de cargas y de las eslingas a utilizar.
- El anclaje del maquinillo al forjado se realizará siguiendo un método seguro y eficaz que impida la caída o vuelco del aparato durante alguna de las operaciones a las que será sometido.
- Por ejemplo, se podrá realizar mediante abrazaderas metálicas a puntos sólidos del forjado, a través de sus patas laterales y traseras.
- No se permitirá la sustentación del maquinillo por contrapeso, como por ejemplo con bidones llenos de arena u otro material.
- La toma de corriente se realizará mediante una manguera eléctrica antihumedad dotada de conductor expreso para toma de tierra. El suministro se realizará bajo la protección de los automáticos diferenciales del cuadro eléctrico general.
- Diariamente se revisará el buen estado de la puesta a tierra de la carcasa de los maquinillos.
- Los maquinillos deberán estar dotados de:
 - Dispositivo limitador del recorrido de la carga en marcha ascendente. Gancho con pestillo de seguridad.
 - Carcasa protectora de la maquinaria con cierre efectivo para el acceso a las partes móviles internas. En todo momento estará instalada al completo.
 - Los lazos de los cables utilizados para izado se formarán con tres bridas y guardacabos. También pueden formarse mediante un casquillo soldado y guardacabos.
 - En todo momento podrá leerse en caracteres grandes la carga máxima autorizada para izar, que coincidirá con la marcada por el fabricante del maquinillo.
 - Todos los maquinillos que incumplan alguna de las condiciones descritas quedaran de inmediato fuera de servicio.
- Se instalará una argolla de seguridad en la que anclar el fiador del cinturón de seguridad del operario encargado del manejo del maquinillo.
- Se prohíbe expresamente anclar los fiadores de los cinturones de seguridad a los maquinillos instalados.

- Se instalará junto a cada maquinillo a montar un rótulo con la siguiente leyenda: “SE PROHIBE ANCLAR EL CINTURÓN DE SEGURIDAD A ESTE MAQUINILLO”.
- Se realizará un mantenimiento semanal de los maquinillos.
- Estará prohibido arrastrar cargas por el suelo, realizar tirones sesgados, dejar cargas suspendidas con la máquina parada o intentar levantar cargas sujetas al suelo o algún otro punto, por ser maniobras peligrosas e inseguras.
- Se acotará la zona de carga en planta en un entorno de dos metros, en prevención de daños por desprendimientos de objetos durante el izado.
- No permanecerá nadie en la zona de seguridad descrita anteriormente durante la maniobra de izado y descenso de las cargas.
- Se instalará junto a la zona de seguridad para carga y descarga mediante maquinillo, una señal de “PELIGRO. CAÍDA DE OBJETOS”.
- Se prohíben expresamente las operaciones de mantenimiento sin desconectar antes el maquinillo de la red eléctrica.
- Además de las barandillas con que cuenta la máquina, se instalarán barandillas que serán de material rígido, de una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- La carga estará correctamente colocada sin que pueda dar lugar a basculamientos.
- Al término de la jornada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.
- Todos los movimientos del maquinillo elevador se realizarán desde la botonera y por personal competente, ayudados, si fuese necesario, por el señalista.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Arnés de seguridad de sujeción.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

5.5.4. Máquinas herramientas y herramientas manuales

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Golpes/cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Exposición a ruido.
- Exposición a ambientes polvorientos.

Medidas de prevención a aplicar:

- En los equipos de oxicorte, se recomienda trabajar con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.
- En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.
- Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.
- En los equipos que desprenden llama, su entorno estará libre de obstáculos.
- Las máquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, sólo pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados, al objeto de evitar la concentración de monóxido de carbono.
- Se deberá mantener siempre en buen estado las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres, conductos de combustión, boquillas y dispositivos de ignición o disparo, etc.
- El llenado del depósito de carburante deberá hacerse con el motor parado para evitar el riesgo de inflamación espontánea de los vapores de la gasolina.
- Dado el elevado nivel de ruido que producen los motores de explosión, es conveniente la utilización de protección auditiva cuando se manejen este tipo de máquinas.
- Para las máquinas-herramientas neumáticas, antes de la acometida deberá realizarse ineludiblemente:
 - La purga de las condiciones de aire.
 - La verificación del estado de los tubos flexibles y de los manguitos de empalme.
 - El examen de la situación de los tubos flexibles (que no existan bucles, codos, o dobleces que obstaculicen el paso del aire).
- Las mangueras de aire comprimido se deben situar de forma que no se tropiece con ellas ni puedan ser dañadas por vehículos.

- Los gatillos de funcionamiento de las herramientas portátiles accionadas por aire comprimido deben estar colocados de manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.
- Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.
- No se debe usar la manguera de aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar las virutas.
- Al usar herramientas neumáticas siempre debe cerrarse la llave de aire de las mismas antes de abrir la de la manguera.
- Nunca debe doblarse la manguera para cortar el aire cuando se cambie la herramienta.
- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por las juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangueras o tubos.
- Aun cuando no trabaje la máquina neumática, no deja de tener peligro si está conectada a la manguera de aire.
- No debe apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la herramienta neumática, ya que puede deslizarse y caer contra la superficie que se está trabajando.
- Las condiciones a tener en cuenta después de la utilización serán:
 - Cerrar la válvula de alimentación del circuito de aire.
 - Abrir la llave de admisión de aire de la máquina, de forma que se purgue el circuito.
 - Desconectar la máquina.
- Para las máquinas-herramientas hidráulicas, se fijará mediante una pequeña cadena el extremo de la manguera para impedir su descompresión brusca.
- Se emplazará adecuadamente la herramienta sobre la superficie nivelada y estable.
- Su entorno estará libre de obstáculos.
- Se utilizarán guantes de trabajo y gafas de seguridad para protegerse de las quemaduras por sobrepresión del circuito hidráulico y de las partículas que se puedan proyectar.
- Para las máquinas-herramientas eléctricas, se comprobará periódicamente el estado de las protecciones, tales como cable de tierra no seccionado, fusibles, disyuntor, transformadores de seguridad, interruptor magnetotérmico de alta sensibilidad, doble aislamiento, etc.
- No se utilizará nunca herramienta portátil desprovista de enchufe y se revisarán periódicamente este extremo.

- No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo. Se deberán revisar y rechazar los que tengan su aislamiento deteriorado.
- Se deberá comprobar que las aberturas de ventilación de las máquinas estén perfectamente despejadas.
- La desconexión nunca se hará mediante un tirón brusco.
- A pesar de la apariencia sencilla, todo operario que maneje estas herramientas debe estar adiestrado en su uso.
- Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.
- No se utilizarán prendas holgadas que favorezcan los atrapamientos.
- No se inclinarán las herramientas para ensanchar los agujeros o abrir luces.
- Los resguardos de la sierra portátil deberán estar siempre colocados.
- Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias, guantes aislantes, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.
- Se usarán gafas panorámicas de seguridad, en las tareas de corte, taladro, desbaste, etc. con herramientas eléctricas portátiles.
- En todos los trabajos en altura, es necesario el cinturón de seguridad.
- Los operarios expuestos al polvo utilizarán mascarillas equipadas con filtro de partículas.
- Si el nivel sonoro es superior a los 80 decibelios, deberán adoptarse las recomendaciones establecidas en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra impactos.
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas.
- Mascarilla de protección contra ambientes polvorientos.
- Protecciones auditivas.
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos.

5.6. Riesgos por medios auxiliares

5.6.1. Andamios tubulares

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes con objetos durante las operaciones de montaje, desmontaje o utilización del mismo.
- Caída de objetos en manipulación.

Medidas de prevención a aplicar:

- Todo andamio deberá cumplir las siguientes condiciones generales:
 - Los elementos y sistemas de unión de las diferentes piezas constitutivas del andamio, asegurarán perfectamente su función de enlace, con las debidas condiciones de firmeza y permanencia.
 - El andamio se organizará y armará en forma constructivamente adecuada para que quede asegurada su estabilidad y al mismo tiempo para que los operarios puedan trabajar en él con las debidas condiciones de seguridad.
- Los elementos del andamio que presenten deterioro deberán sustituirse inmediatamente.
- Se desecharán todos los elementos de montaje de andamios que no revistan unas garantías de seguridad mínimas una vez colocados.
- No se utilizarán los andamios para otros fines distintos a los de suministrar una plataforma de trabajo para el personal. En particular no podrán ser destinados a servir como torres de elevación de material o soporte de tuberías o equipos.
- Está rigurosamente prohibido utilizar cajas, bidones, etc. Como andamios provisionales.
- Los andamios se montarán sobre pies hechos de madera o metálicos, suficientemente resistentes y arriostrados de modo que su estabilidad quede garantizada.
- Con objeto de evitar deformaciones y con el fin de prevenir que la estructura rectangular llegue a alcanzar formas romboidales, se dispondrán los suficientes arriostramientos diagonales que impidan este riesgo.
- Durante las operaciones de montaje y desmontaje del andamio se izarán los tubos con cuerdas anudadas de forma segura y los operarios deberán usar arnés de seguridad anclado a elementos fijos independientes del andamio o a líneas salvavidas.
- Los andamios deberán situarse a distancias tales de líneas o equipos eléctricos, de forma que no puedan producirse contactos con partes en tensión.
- Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares se tendrán presentes las siguientes especificaciones:

- No se iniciará un nuevo nivel sin haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad.
- La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidado será tal que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a los fiadores del cinturón de seguridad.
- Las barras, módulos tubulares y tablones se izarán mediante sogas atadas con nudos de marinero.
- Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.
- Los tornillos de las mordazas se apretarán por igual, realizándose una inspección del tramo ejecutado antes de iniciar el siguiente en prevención de los riesgos por la existencia de tornillos flojos o de falta de alguno de ellos.
- Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los nudos o bases metálicas o bien mediante las mordazas o pasadores previstos.
- Los pisos o plataformas serán de 0,60 metros de anchura mínima hechos con tablones de madera para una resistencia de 160 Kg. en el punto medio entre soportes.
- Es preferible utilizar el piso metálico original del andamio tubular. En caso de ser de madera, los tablones estarán escuadrados y libres de nudos.
- Las plataformas, pisos, pasarelas, etc., hechos con tablones, se sujetarán con presillas, lazos de alambre, travesaños claveteados, de modo que formen un conjunto único.
- Los andamios en su base se protegerán contra golpes y deslizamientos mediante cuñas, dispositivos de bloqueo y/o estabilizadores.
- Montado el andamio no se retirará ningún elemento de su composición (tubo, travesaño o tablón, etc.), hasta que no sea desmontado totalmente. Caso de que por necesidad de trabajo deba mantenerse la estructura durante algunos días utilizando alguno de sus elementos para confeccionar otros andamios, se señalará claramente la prohibición de acceso al mismo y se retirará la plataforma de trabajo para impedir su utilización por personal de otros tajos o ajenos a la empresa.
- Las plataformas de trabajo de 2 o más metros de altura tendrán montada sobre su vertical una barandilla de 90 centímetros de altura y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

- Se utilizarán las escaleras previstas en el andamio para subir a la plataforma o se dispondrán escaleras exteriores. Los tirantes y otros elementos de arriostramiento no se podrán utilizar para subir o bajar del andamio.
- Las plataformas de trabajo se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablones.
- Los módulos de fundamento de los andamios tubulares estarán dotados de bases nivelables sobre tornillos sin fin, con el que garantizar una mayor estabilidad del conjunto.
- La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas.
- Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral se montarán con ésta hacia la cara exterior.
- Se prohíbe el uso de andamios sobre borriquetas apoyadas sobre plataformas de trabajo de andamios tubulares.
- Los andamios tubulares se arriostrarán a los paramentos verticales, anclándolos a los puntos fuertes de seguridad previstos.
- El caminar por los andamios se hará de manera normal, sin saltar sobre las plataformas ni tampoco de una a otra.
- Se protegerá del riesgo de caídas desde altura de los operarios sobre los andamios tubulares tendiendo redes tensas verticales de seguridad que protegerán las cotas de trabajo. En caso de no utilizar estas redes, si los operarios se encuentran trabajando a una altura igual o superior a los 2 metros, deberán ir provistos de cinturones de seguridad con arnés y amarrados a líneas de vida anteriormente fijadas.
- El personal que trabaje en andamios, sillas, colgantes y en el realizando, en alturas superiores a los 2 metros, usará cinturón de seguridad, adaptado al riesgo que se pretende minimizar (sujeción, suspensión anticaída), anclado a una parte sólida de la estructura del edificio.
- Antes de colocarse el cinturón de seguridad será examinado y rechazado si no ofrece garantía o no es inteligible la etiqueta con la fecha de fabricación.
- En las plataformas de trabajo aisladas o que por necesidad del servicio carezca de la barandilla de seguridad reglamentaria se utilizará el cinturón de seguridad que se sujetará por el mosquetón a puntos sólidos, resistentes y distintos del andamio o plataforma de trabajo.

- Se prohíbe lanzar herramientas, materiales y otros objetos de un andamio a otro o de una persona a otra. Se entregarán en mano.
- El acceso a los andamios se realizará por escaleras bien fijadas por ambos extremos. Está prohibido utilizar los arriostrados para acceder de una plataforma de trabajo a otra.
- Para acceder a un andamio se tendrán siempre las manos libres.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares si antes no se han cercado con barandillas sólidas.
- Se prohíbe hacer pastas directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que pueden hacer caer a los trabajadores.
- Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón colocado a media altura en la parte superior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie útil de la plataforma.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas situadas en cotas por debajo de otras plataformas en las que se esté trabajando, en prevención de caída de objetos.
- Se prohíbe trabajar en los andamios tubulares bajo regímenes de vientos fuertes en prevención de caídas de los trabajadores.
- Cuando se desplace un andamio nunca se permanecerá sobre el mismo, independientemente de su altura.
- En trabajos nocturnos se iluminarán adecuadamente todas las plataformas de trabajo y accesos a las mismas.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Arnés de sujeción anticaídas.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

5.6.2. Escaleras

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

- Golpes/choques con objetos.

Medidas de prevención a aplicar:

- Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado, rechazando aquéllas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza, sin empalmes, que no falta ningún peldaño, que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras, ni clavos salientes.
- Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores, de zapatas antideslizantes.
- No se usarán escaleras metálicas cuando se lleven a cabo trabajos en instalaciones en tensión.
- El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- Antes de iniciar la subida deberá comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otra sustancia que pueda producir resbalones.
- El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.
- La escalera tendrá una longitud tal, que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5 m. sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 metros. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.
- No se podrán empalmar dos escaleras sencillas.
- En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesario el uso de una escalera, se hará teniendo la precaución de dejar la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.
- No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.

- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo de 75° con la horizontal.
- Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá una persona en la base de la escalera.
- Queda prohibida la utilización de la escalera por más de un operario a la vez.
- Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deberán usarse bolsas portaherramientas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.
- Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. No se deberán ocupar nunca los últimos peldaños.
- Trabajando sobre una escalera no se tratarán de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Las escaleras de mano deberán mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquéllas que no estén en condiciones.
- Cuando no se usen, las escaleras deberán almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

Escaleras de madera

- Serán las escaleras a utilizar en trabajos eléctricos, junto con las de poliéster o fibra de vidrio.
- Las escaleras manuales de madera estarán formadas por largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños estarán ensamblados, no clavados.

- Estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos. Se prohíben las escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

Escaleras de tijera

- Estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura y hacia la mitad de su altura de una cadenilla o cinta de limitación de apertura máxima.
- Nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- En posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- No se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a poner los dos pies en los tres últimos peldaños.
- Se utilizarán siempre montadas sobre pavimentos horizontales.

Escaleras metálicas

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie y no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante.
- Arnés de seguridad de sujeción.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

5.7. Riesgos por instalación provisional eléctrica

- Se procederá al montaje de la instalación provisional eléctrica de la obra desde el punto de toma fijado por la propiedad.

- La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores en energía activa y reactiva, si así se requiriese.

A continuación, se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor onnipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos e interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto que todas las masas y el valor de la toma de tierra es $< 10 \Omega$. Además, en los cuadros parciales se pondrán diferenciales de 30 mA. El cuadro estará constituido de manera que impida el contacto con los elementos en tensión.

- De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magnetotérmicos.
- Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según necesidades de obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie, estando colocados estratégicamente con el fin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas.
- Las tomas de corriente y clavijas, llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes/cortes con objetos o herramientas.
- Contactos eléctricos.

Medidas de prevención a aplicar:

- Solamente el personal capacitado podrá operar en los equipos eléctricos, sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, etc.

- Los trabajadores considerarán que todo conductor eléctrico, cable o cualquier parte de la instalación se encuentra conectado y en tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje con aparatos adecuados y se pondrán a tierra y en cortocircuito.
- El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas será tensado con piezas especiales sobre apoyos; si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 kilogramos, fijando a estos el conductor con abrazaderas.
- Los conductores, en caso de ir por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
- El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento, como norma general.
- Si es posible, no obstante, se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubierta permanente de tablones. La profundidad mínima de la zanja será de 40 centímetros, y el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios se efectuará mediante manguera antihumedad.
- Los empalmes entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para intemperie, con puerta y cerrojo de seguridad (con llave), según norma UNE 20.324.
- Pese a ser de tipo intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.

- Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de pies derechos estables.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas y siempre que sea posible con enclavamiento.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendiente de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a pies derechos firmes. Si es necesario que sean móviles deberán ser autoportantes.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La instalación de alumbrado general para las instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.
- 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 se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón y será de color amarillo y verde. Se prohíbe terminantemente utilizarlo para otros usos.
- La toma de tierra de las máquinas-herramientas que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- El punto de conexión de la pica estará protegido en el interior de una arqueta practicable.
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso para vehículos o para el personal y nunca junto a escaleras de mano.
- Las mangueras eléctricas, en su camino ascendente a través de la escalera, estarán agrupadas y ancladas a elementos firmes en la vertical.
- En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.

- Estas conexiones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,5 metros del piso o suelo; las que se pueden alcanzar con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.

Los equipos de protección personal a utilizar serán:

- Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico.
- Guantes de trabajo.
- Guantes aislantes para baja tensión.
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

ANEXO I. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA FOTOVOLTAICA

1. Potencial fotovoltaico de las instalaciones

En las siguientes figuras se muestran las distintas cubiertas que poseen las instalaciones de la almazara, delimitadas por zonas.

La cubierta 1, delimitada por la zona azul, se corresponde a una cubierta metálica de panel sándwich, con orientación -5° este, una inclinación de 15° y una superficie útil de 205 m^2 , donde se podrán instalar 70 módulos en disposición coplanar.



Figura 4 Delimitación de cubierta 1

La cubierta 2, delimitada por la línea amarilla, se corresponde a una cubierta a dos aguas de teja cerámica, con una inclinación de 15° . Solo se utilizará la parte de la cubierta con orientación -5° este, lo que deja disponible una superficie útil de $160,5 \text{ m}^2$, donde se podrán instalar 50 módulos en disposición coplanar.



Figura 5 Delimitación de cubierta 2

La cubierta 3, delimitada por la línea naranja, se corresponde a una cubierta metálica de panel sándwich, con orientación -95° este y 5° de inclinación. Dispone de una superficie útil de 151 m^2 donde se podrán instalar 30 módulos, 6 filas de 5 módulos cada fila y una separación entre filas de 3 metros, con una inclinación de 15° .



Figura 6 Delimitación de cubierta 3

La cubierta 4, delimitada por la línea verde, se corresponde a una cubierta metálica de panel sándwich a dos aguas, con orientación -95° este y 85° oeste y 15° de inclinación. Dispone de una superficie útil de 171 m^2 donde se podrán instalar 36 módulos en cada agua de la cubierta en disposición coplanar.



Figura 7 Delimitación de cubierta 4

La cubierta 5, delimitada por la línea roja, se corresponde a una cubierta de teja cerámica con orientación -95° este y una inclinación de 15° . Dispone de una superficie útil de 160 m^2 , donde se podrán instalar 48 módulos en disposición coplanar.



Figura 8 Delimitación de cubierta 5

De acuerdo a esto, se ha determinado el total de las cubiertas de las instalaciones de la almazara tienen un potencial fotovoltaico de 145,8 kWp, utilizando 270 módulos de 540 Wp de potencia y distribuidos en 5 generadores independientes.

Tabla 6 Configuración del Generador Fotovoltaico según potencial de las instalaciones

N.º Generador	Módulos	Disposición	Potencia nominal (STC)
Generador 1	70 módulos	5 ramas de 14 módulos en serie	37,8 kWp
Generador 2	50 módulos	5 ramas de 10 módulos en serie	27 kWp
Generador 3	30 módulos	2 ramas de 15 módulos en serie	16,2 kWp
Generador 4	72 módulos	4 ramas de 18 módulos en serie	38,88 kWp
Generador 5	48 módulos	4 ramas de 12 módulos en serie	25,92 kWp
TOTAL	270 módulos		145,8 kWp

2. Evaluación de la energía

Se expone a continuación un análisis de los precios que se deben tener en cuenta tanto para la adquisición de energía como para la venta de energía, así como un análisis de la energía generada.

Para la realización de estos análisis se ha tenido en cuenta el siguiente escenario:

- Módulos en cubierta orientados a -5° este e inclinación 15° en disposición coplanar.
- Módulos en cubierta orientados a 85° oeste e inclinación 15° en disposición coplanar.
- Módulos en cubierta orientados a -95° este e inclinación 15° en disposición coplanar.

2.1. Costes de la energía

En las siguientes tablas quedan reflejados los precios de los términos de potencia contratada y de energía activa de los peajes de transporte y distribución de aplicación a los autoconsumidores por la energía demandada de la red y a los generadores por los consumos propios.

Estos precios han sido establecidos en la Resolución de 16 de diciembre de 2021, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen los valores de los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución de electricidad de aplicación a partir del 1 de enero de 2022.

Tabla 7 Términos de potencia y energía del peaje de transporte y distribución

Grupo tarifario	Término de potencia del peaje de transporte y distribución (€/kW año)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
2.0TD	22,988256	0,938890	-	-	-	-
3.0TD	10,493920	9,152492	3,688512	2,802739	1,122833	1,122833
6.1TD	18,320805	18,320805	9,988571	7,565889	0,502550	0,502550
6.2TD	13,592890	13,592890	6,648956	6,048771	0,418446	0,418446
6.3TD	10,021051	10,021051	5,543157	3,240960	0,638147	0,638147
6.4TD	10,314368	7,894062	3,797235	2,795290	0,528120	0,528120
Grupo tarifario	Término de energía del peaje de transporte y distribución (€/kWh año)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
2.0TD	0,027787	0,019146	0,000703	-	-	-
3.0TD	0,017752	0,014567	0,007955	0,005361	0,000321	0,000321
6.1TD	0,017364	0,014247	0,008124	0,005428	0,000315	0,000315
6.2TD	0,009168	0,007529	0,004228	0,002954	0,000174	0,000174
6.3TD	0,007774	0,006515	0,003917	0,001880	0,000235	0,000235
6.4TD	0,007046	0,005743	0,003063	0,002433	0,000156	0,000156

Por otro lado, hay que tener en cuenta los cargos en función de la potencia contratada y de la energía consumida, según la Orden TED/1484/2021, de 28 de diciembre, por la que se establecen los precios de los cargos del sistema eléctrico de aplicación a partir del 1 de enero de

2022 y donde se establecen diversos costes regulados del sistema eléctrico para el ejercicio de 2022.

Tabla 8 Términos de potencia y energía de los cargos

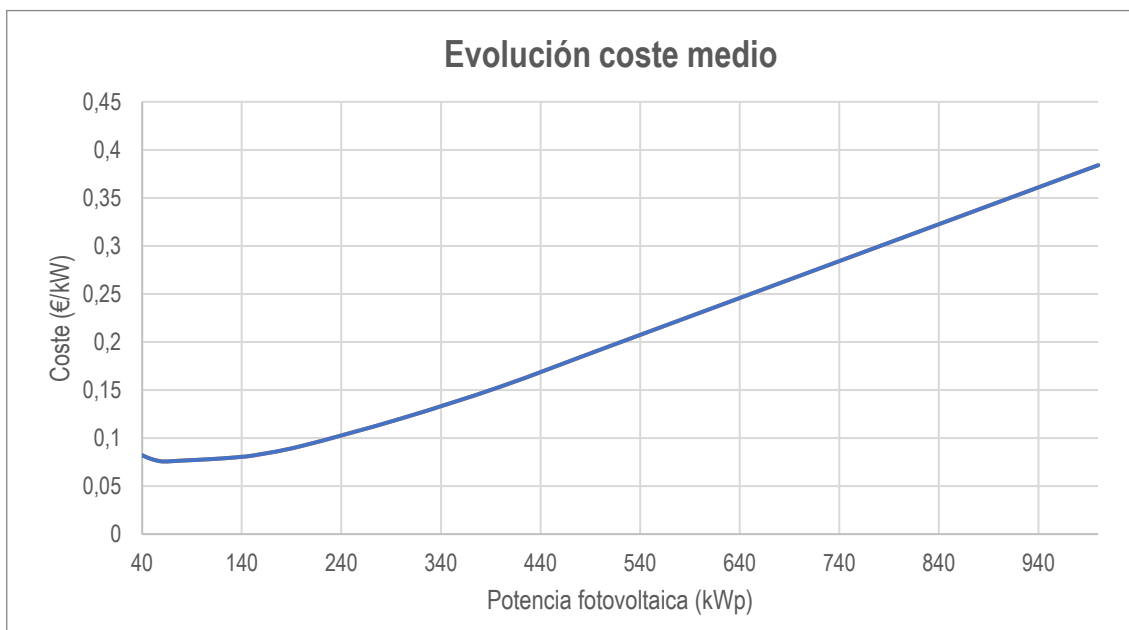
Segmento tarifario	Término de potencia de los cargos (€/kW año)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
1	4,970533	0,319666	-	-	-	-
2	6,176299	3,090846	2,245571	2,245571	2,245571	1,029383
3	6,411267	3,208540	2,331370	2,331370	2,331370	1,068544
4	3,764914	1,884462	1,369060	1,369060	1,369060	0,627486
5	3,014497	1,508533	1,096011	1,096011	1,096011	0,502416
6	1,474591	0,737911	0,536215	0,536215	0,536215	0,245765
Segmento tarifario	Término de energía de los cargos (€/kWh año)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
1	0,072969	0,014594	0,003648	-	-	-
2	0,040678	0,030119	0,016271	0,008136	0,005215	0,003254
3	0,022119	0,016384	0,008848	0,004424	0,002836	0,001770
4	0,010378	0,007687	0,004151	0,002076	0,001331	0,000830
5	0,008507	0,006302	0,003403	0,001701	0,001091	0,000681
6	0,003232	0,002394	0,001293	0,000646	0,000414	0,000259

Para calcular el coste final de la energía, debemos sumar a estos valores el precio de adquisición de la energía. Se ha realizado una evaluación de consumo horario durante el periodo de un año, incluido en el ANEXO III de este proyecto. Los precios de adquisición de energía se han obtenido a través del Sistema de Información del Operador del Sistema (ESIOS) perteneciente a Red Eléctrica de España (REE). A este coste se le han restado los ingresos generados por la energía inyectada a la red eléctrica, precios obtenidos igualmente de la plataforma ESIOS.

El coste final de energía resultante se ha evaluado para distintas potencias fotovoltaicas, para así poder determinar cuál sería la potencia fotovoltaica óptima a instalar. Se han obtenido los siguientes datos:

Tabla 9 Coste medio de la energía generada

Potencia (kWp)	Coste medio (€/kW)
40	0,08205989
50	0,07790859
60	0,075692956
70	0,075993753
80	0,076541932
90	0,07703601
100	0,077569809
110	0,078152669
120	0,078802136
130	0,079565326
140	0,080500664
150	0,081628754
200	0,091728259
300	0,120344626
400	0,153612913
500	0,192016141
600	0,230419369
700	0,268822598
800	0,307225826
900	0,345629054
1000	0,384032282



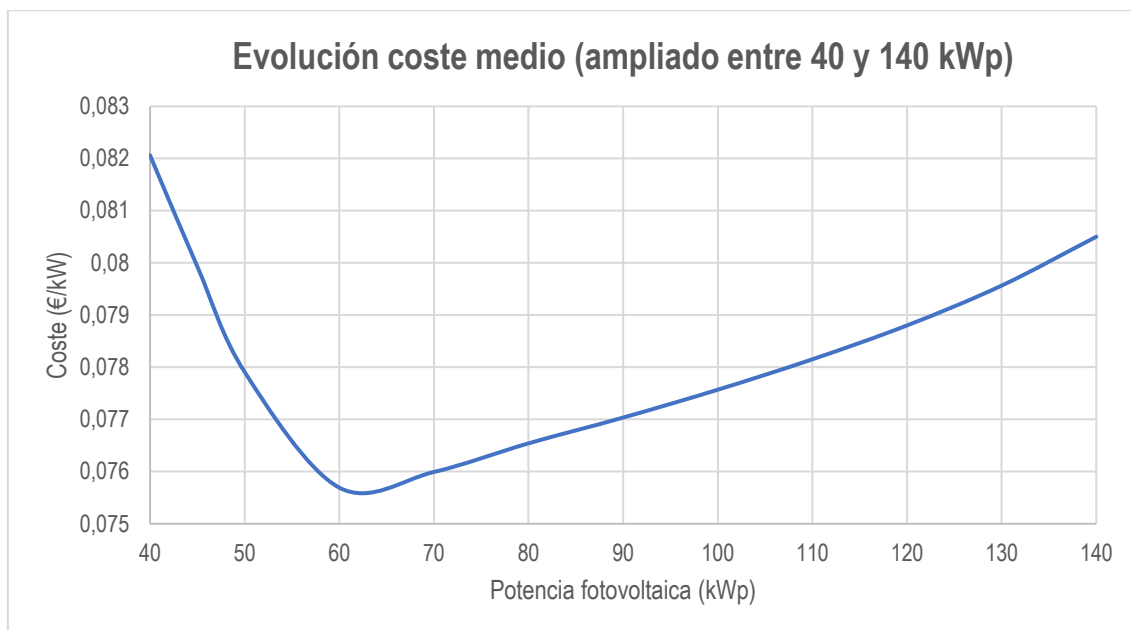


Figura 9 Gráfica de evolución del coste medio

Podemos llegar a la conclusión de que la potencia fotovoltaica óptima a instalar según el coste medio de la energía estará entre 60 kWp.

2.2. Evaluación de la energía generada

Esta evaluación servirá para ver el potencial de cobertura que tiene la instalación, haciendo un análisis de la energía autoconsumida frente al consumo total. Haciendo un barrido para distintas potencias, se puede observar en qué punto satura la curva de cobertura, y así, poder determinar la potencia óptima.

Tabla 10 Potencial de cobertura

Potencia kWp	% Cobertura
50	30,75%
100	40,66%
150	47,51%
200	51,47%
250	54,12%
300	55,64%
350	56,68%
400	57,58%
450	58,41%

500	59,16%
550	59,80%
600	60,32%
650	60,77%
700	61,12%
750	61,44%
800	61,73%
850	62,00%
900	62,24%
950	62,45%
1000	62,64%

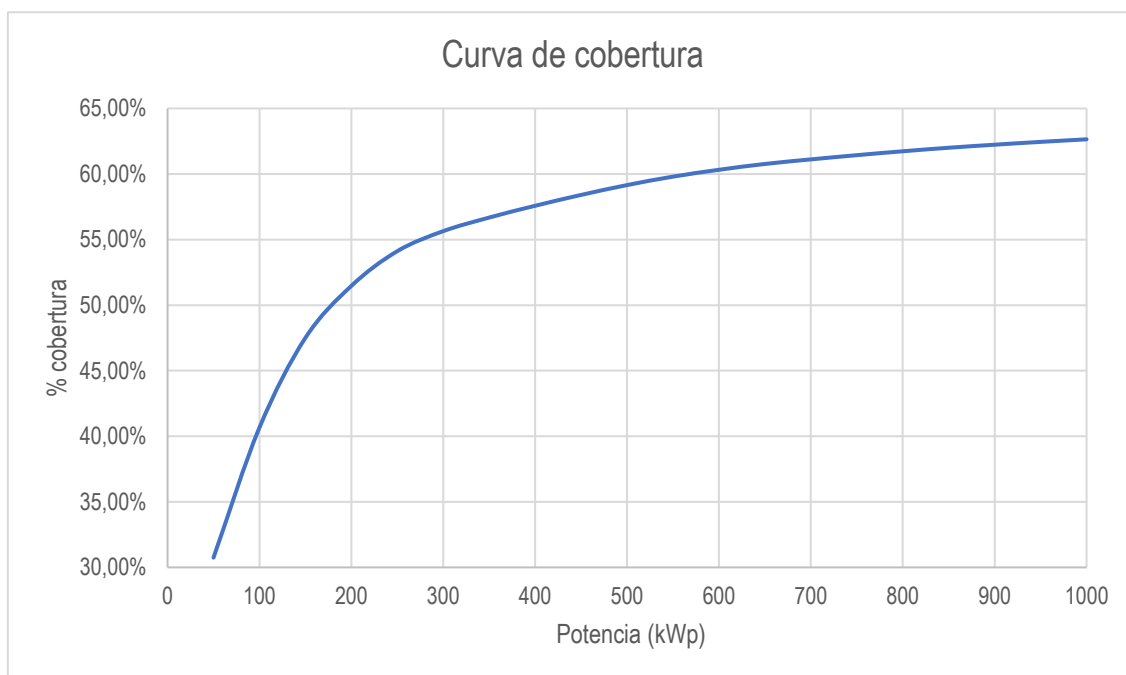


Figura 10 Curva de cobertura

A partir de la gráfica anterior, se puede observar que a partir de una potencia de en torno a 400 kWp, la curva empieza a saturar, lo que significa que nos encontramos ante la potencia óptima a instalar en función de la energía generada.

3. Restricciones legales

Desde un punto de vista legal, según el artículo 4 del Real Decreto 244/2019, se ha decidido que la instalación proyectada se corresponda a la modalidad de autoconsumo con excedentes acogida a compensación:

- a) Modalidad con excedentes acogida a compensación: Pertenecerán a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:
- i. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.
 - ii. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.
 - iii. Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente real decreto.
 - iv. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.
 - v. La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.

4. Selección de la potencia a instalar

A continuación, se expone un análisis de los estudios realizados:

- De acuerdo con el potencial fotovoltaico de las cubiertas de las instalaciones de la almazara, se ha determinado que se podría llegar a instalar un total de 270 con una potencia de 145,8 kWp.
- Según el estudio económico, se alcanza un mínimo en el coste medio de producción en potencias en torno a 60 kWp, con un coste medio de 0,0757 €/kW.
- Desde el punto de vista del grado de autoconsumo frente al consumo total, se ha determinado que la potencia óptima se sitúa en torno a los 400 kWp.
- Desde un punto de vista legal, según el Real Decreto 244/ 2019, se ha optado por la modalidad de autoconsumo con excedentes acogida a compensación, cuya potencia no puede ser superior a 100 kW.

Es por esto que se ha llegado a la conclusión que la potencia de diseño de la instalación fotovoltaica sea de 100 kW de potencia a la salida del inversor. Se ha decidido así, ya que con una

instalación de 100 kWp no habrá un incremento sustancial de precio y sin embargo habrá una mayor cobertura.

La instalación estará formada por 188 módulos de 540 Wp de potencia, alcanzando una potencia total de 101,52 kWp.

ANEXO II. PRESUPUESTO

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Instalación fotovoltaica conectada al sistema eléctrico

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 01 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

01.01	u	Modulo fotovoltaico LR5-72HPH 540M e Instalación Suministro y montaje de módulo fotovoltaico de la marca Longi Solar LR5-72HPH 540M de potencia nominal 540 Wp, compuesto de 144 células de silicio monocristalino de alta eficiencia, del 21.1%, con vidrio ARC templado de espesor 3.2 mm, estructura de aleación de aluminio anodizado y sistema de conectores MC4 compatible.			
-------	---	---	--	--	--

TOTAL PARTIDA216,94

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS DIECISEIS EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA SOPORTE

02.01	u	Estructura Soporte aluminio EN W6005A T6 para cubierta metálica e Instalación Suministro y montaje de estructura sobre cubierta de chapa, montaje coplanar con perfiles de aluminio anclados mediante elementos de fijación. Estructura metálica en aluminio EN AW6005A T6. Incluidos elementos de anclaje y sujeción: tornillería fijación en acero zincado, tornillería en acero inoxidable A2-70.			
-------	---	--	--	--	--

TOTAL PARTIDA26,60

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

02.02	u	Estructura Soporte aluminio EN W6005A T6 para cubierta de teja e Instalación Suministro y montaje de estructura sobre cubierta de teja cerámica, montaje coplanar con perfiles de aluminio anclados mediante varilla de fijación a hormigón. Estructura metálica en aluminio EN AW6005A T6. Incluidos elementos de anclaje y sujeción: tornillería fijación en acero zincado, tornillería en acero inoxidable A2-70.			
-------	---	--	--	--	--

TOTAL PARTIDA43,55

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 03 INVERSOR

03.01	u	SUN2000-100KTL Suministro y montaje de inversor fotovoltaico marca Huawei modelo SUN2000-100KTL trifásico de potencia 100 kWn CA; 10 Seguidores MPPT; grado de rendimiento de hasta el 98.8%; eficiencia europea 98.6%; máx. tensión de entrada 1100 V; máx. corriente de entrada 26 A; máx. corriente de salida 168.8 A; bus-Interfaces: Ethernet/RS485/Wi-Fi/GPRS; rango voltaje MPPT: 200-1000V; protección de red: IP 66; dimensiones 1035x700x365 mm; peso 90 kg.			
-------	---	--	--	--	--

TOTAL PARTIDA5.681,85

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 04 ELECTRICIDAD

04.01	m	Cableado 1x6 mm² Metro lineal de cable solar PRYSMIAN Prysun H1Z2Z2-K Eca. 1 x 6 mm² Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años. Grapeado o similar, cableado en corriente continua de los módulos fotovoltaicos hasta el inversor ubicado en el interior del edificio, incluyendo pequeño material eléctrico, incluso canalización de protección, totalmente instalado.			
-------	---	---	--	--	--

TOTAL PARTIDA6,08

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con OCHO CÉNTIMOS

04.02	m	Cableado 1x70 mm²
Metro lineal de cable RZ1-k 0.6/1 kV 1x70 mm ² , conductor de cobre clase 5 según IEC 60228, aislamiento de polietileno reticulado tipo XLPE según IEC 60502-1 y cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de alógenos tipo ST8 según IEC 60502-1, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.		

TOTAL PARTIDA6,88

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

04.04	u	Cuadro CA
Suministro y montaje de cuadro de agrupación de corriente alterna CA, envoltorio de PVC reforzada con fibra de vidrio, IP65, incluyendo perfil DIN de fijación de componentes, barra de neutro de puesta a tierra de cobre de 50 mm ² , formado por 1 interruptor automático tetrapolar 200A, 400Vac con protección diferencial de sensibilidad regulable; embarrado trifásico con neutro. Incluso pequeño material eléctrico para conexiones y borneros adecuados. Los interruptores dispondrán de contactos auxiliares para señalización, normalmente abiertos. Identificación de terminales y accesorios. Totalmente instalado, incluso anclaje y fijación del cuadro. 1000 Vac.		

TOTAL PARTIDA1.173,81

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO SETENTA Y TRES EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

04.05	u	Varios material eléctrico
Material auxiliar empleado en la instalación fotovoltaica, como son conectores, canalizaciones, bridas. Los conectores y sistema MC4, que aseguran conexiones duraderas y 100% estancas para su exterior.		

TOTAL PARTIDA72,21

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y DOS EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

CAPÍTULO 05 COSTES INDIRECTOS

A1	u	VARIOS
Proyecto y dirección técnica de la instalación fotovoltaica, certificado de instalación eléctrica de BT, y gestión de la documentación necesaria para la obtención de las autorizaciones pertinentes.		

TOTAL PARTIDA4.520,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL QUINIENTOS VEINTE EUROS

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Instalación fotovoltaica conectada al sistema eléctrico

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

CAPÍTULO 01 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

01.01	u	Modulo fotovoltaico LR5-72HPH 540M e Instalación		
Suministro y montaje de módulo fotovoltaico de la marca Longi Solar LR5-72HPH 540M de potencia nominal 540 Wp, compuesto de 144 células de silicio monocristalino de alta eficiencia, del 21.1%, con vidrio ARC templado de espesor 3.2 mm, estructura de aleación de aluminio anodizado y sistema de conectores MC4 compatible.				
			188,00	216,94
				40.784,72

TOTAL CAPÍTULO 01 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 40.784,72

CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA SOPORTE

02.01	u	Estructura Soporte aluminio EN W6005A T6 para cubierta metálica e Instalación		
Suministro y montaje de estructura sobre cubierta de chapa, montaje coplanar con perfiles de aluminio anclados mediante elementos de fijación. Estructura metálica en aluminio EN AW6005A T6. Incluidos elementos de anclaje y sujeción: tornillería fijación en acero zincado, tornillería en acero inoxidable A2-70.				
			280,00	26,60
				7.448,00

02.01	u	Estructura Soporte aluminio EN W6005A T6 para cubierta de teja e Instalación		
Suministro y montaje de estructura sobre cubierta de teja cerámica, montaje coplanar con perfiles de aluminio anclados mediante varilla de fijación a hormigón. Estructura metálica en aluminio EN AW6005A T6. Incluidos elementos de anclaje y sujeción: tornillería fijación en acero zincado, tornillería en acero inoxidable A2-70.				
			190,00	43,55
				8.274,50

TOTAL CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA SOPORTE 15.722,50

CAPÍTULO 03 INVERSOR

03.01	u	SUN2000-100KTL		
Suministro y montaje de inversor fotovoltaico marca Huawei modelo SUN2000-100KTL trifásico de potencia 100 kWn CA; 10 Seguidores MPPT; grado de rendimiento de hasta el 98.8%; eficiencia europea 98.6%; máx. tensión de entrada 1100 V; máx. corriente de entrada 26 A; máx. corriente de salida 168.8 A; bus-Interfaces: Ethernet/RS485/Wi-Fi/GPRS; rango voltaje MPPT: 200-1000V; protección de red: IP 66; dimensiones 1035x700x365 mm; peso 90 kg.				
			1,00	5.681,85
				5.681,85

TOTAL CAPÍTULO 03 INVERSOR 5.681,85

CAPÍTULO 04 ELECTRICIDAD

04.01	m	Cableado 1x6 mm²		
Metro lineal de cable solar PRYSMIAN Prysun H1Z2Z2-K Eca. 1 x 6 mm² Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años. Grapeado o similar, cableado en corriente continua de los módulos fotovoltaicos hasta el inversor ubicado en el interior del edificio, incluyendo pequeño material eléctrico, incluso canalización de protección, totalmente instalado.				
			200,00	6,08
				1.216,00

04.02	m	Cableado 1x70 mm²	Metro lineal de cable RZ1-k 0.6/1 kV 1x70 mm², conductor de cobre clase 5 según IEC 60228, aislamiento de polietileno reticulado tipo XLPE según IEC 60502-1 y cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de alógenos tipo ST8 según IEC 60502-1, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.	50,00	6,88	344,00
04.04	u	Cuadro CA	Suministro y montaje de cuadro de agrupación de corriente alterna CA, envolvente de PVC reforzada con fibra de vidrio, IP65, incluyendo perfil DIN de fijación de componentes, barra de neutro de puesta a tierra de cobre de 50 mm², formado por 1 interruptor automático tetrapolar 200A, 400Vac con protección diferencial de sensibilidad regulable; embarrado trifásico con neutro. Incluso pequeño material eléctrico para conexiones y borneros adecuados. Los interruptores dispondrán de contactos auxiliares para señalización, normalmente abiertos. Identificación de terminales y accesorios. Totalmente instalado, incluso anclaje y fijación del cuadro. 1000 Vac.	1,00	1.173,81	1.173,81
04.05	u	Varios material eléctrico	Material auxiliar empleado en la instalación fotovoltaica, como son conectores, canalizaciones, bridas. Los conectores y sistema MC4, que aseguran conexiones duraderas y 100% estancas para su exterior.	1,00	72,21	72,21
TOTAL CAPÍTULO 04 ELECTRICIDAD				2.806,02		
CAPÍTULO 05 COSTES INDIRECTOS						
A1	u	VARIOS	Proyecto y dirección técnica de la instalación fotovoltaica, certificado de instalación eléctrica de BT, y gestión de la documentación necesaria para la obtención de las autorizaciones pertinentes.	1,00	4.520,00	4.520,00
TOTAL CAPÍTULO 05 COSTES INDIRECTOS				4.520,00		
TOTAL				69.231,89		

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Instalación fotovoltaica conectada al sistema eléctrico

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	40.784,72	58,67
02	ESTRUCTURA SOPORTE	15.722,50	22,62
03	INVERSOR.....	5.681,85	8,17
04	ELECTRICIDAD	2.806,02	4,04
05	COSTES INDIRECTOS	4.520,00	6,50
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		69.515,09	
	13,00 % Gastos generales	9.036,96	
	6,00 % Beneficio industrial	4.170,91	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL SIN IVA		82.722,96	
	21,00 % IVA	17.371,82	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		100.094,78	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIEN MIL NOVENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

Albánchez de Mágina, junio de 2022.

ANEXO III. ANÁLISIS DE CONSUMOS Y GENERACIÓN

1. Consumo típico de las instalaciones

Como esquema de lo que podría ser el principal consumo de este tipo de instalaciones, se tendría principalmente el consumo asociado a maquinaria, tales como cintas transportadoras, máquinas de lavado de aceituna, báscula de pesada continua, molinos o trituradores de acero, termobatidoras, decanter, centrifugadora y maquinaria asociada a las líneas de envasado.

A continuación, se expondrán las tablas de consumo horario anual de las instalaciones en kWh. Como se puede observar, el mayor consumo se corresponde a los meses que van de noviembre a marzo, puesto que es en estos meses cuando coincide con la campaña de recogida de aceituna en la provincia de Jaén y, por tanto, la carga de trabajo en las instalaciones se ve aumentada de manera considerable.

2. Cálculo de la generación

Para el cálculo de la generación, se han usado los valores típicos horarios para cada mes. Estos datos se han obtenido mediante PVGIS, herramienta desarrollada por la Comisión Europea.

Se han obtenido datos de irradiación para cada una de las orientaciones de la instalación propuesta:

- 15° de inclinación con orientación -5° este
- 15° de inclinación con orientación -95° este
- 15° de inclinación con orientación 85° oeste

La producción de energía de un sistema fotovoltaico se puede estimar mediante la siguiente expresión:

$$E_{AC} = P_{STC} \cdot \frac{H_i}{G_{STC}} \cdot PR$$

Donde:

- E_{AC} = energía inyectada en red durante un periodo de tiempo determinado (kWh)
- P_{STC} = potencia pico del generador en condiciones estándar (kWp)
- H_i = irradiación sobre la superficie del generador para un periodo de tiempo determinado (kWh/m²)

- G_{STC} = irradiancia en condiciones estándar (1 kW/m^2).
- PR = factor de comportamiento (Performance Ratio) que recoge los efectos de pérdidas de funcionamiento en condiciones no ideales.

Con estas expresiones se ha obtenido la productividad horaria para la ubicación de la instalación, datos mostrados a continuación.

La productividad Y (kWh/kWp) es la energía producida por unidad de potencia del generador fotovoltaico (normalmente 1 kW):

$$Y_{AC} = \frac{H_i}{G_{STC}} \cdot PR$$

Por tanto, para calcular la productividad horaria necesitamos conocer el valor de PR y de irradiación horaria sobre la superficie del generador.

El valor del PR usado ha sido el obtenido mediante la simulación a través del software PVSYST (ANEXO IV), con un valor de 0,77. Los datos de irradiación horaria se han obtenido mediante la herramienta PVGIS.

A continuación, se muestran las tablas donde se recogen los datos de productividad horaria para cada orientación y la generación del sistema fotovoltaico para la potencia seleccionada de 101.52 kWp.

CONSUMOS

Hora	MES DE ENERO CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	10,2	13,0	12,0	11,0	10,1	11,6	12,6	10,0	5,0	9,5	11,0	11,0	11,0	13,0	9,7	11,0	10,8	13,3	14,6	11,0	9,7	10,3	11,0	14,0	12,7	9,8	16,0	11,5	34,2	11,0	12,1
1	19,0	13,8	18,1	13,4	19,0	14,3	13,6	10,7	9,0	14,0	12,7	11,0	17,0	13,4	10,3	11,7	27,5	16,0	14,6	13,1	11,8	13,0	14,0	16,8	13,0	12,0	30,2	15,0	34,6	11,0	18,0
2	22,5	16,0	19,5	15,1	21,2	18,0	15,7	13,0	11,5	18,9	19,0	12,0	19,5	23,5	17,0	14,0	34,8	17,0	15,5	13,7	13,4	21,4	14,0	21,0	16,0	14,0	36,0	18,0	37,5	14,0	18,9
3	22,7	18,3	22,2	16,4	27,4	28,5	20,3	14,0	11,5	19,3	19,4	14,1	23,6	24,2	22,8	20,1	34,9	18,0	18,0	16,0	14,0	23,4	16,0	27,8	16,0	16,0	42,8	19,0	38,2	17,2	19,0
4	26,0	21,0	29,7	29,0	35,4	31,9	21,9	15,0	12,1	20,0	23,3	24,1	26,1	24,6	25,8	20,3	38,7	21,8	18,7	28,9	15,0	24,3	20,9	30,1	24,0	26,4	46,1	28,6	38,5	18,0	21,4
5	27,9	34,7	38,3	31,2	35,6	33,3	25,8	21,0	16,0	26,4	28,0	40,0	42,5	25,4	36,8	26,8	38,8	24,6	20,2	29,0	16,3	25,5	23,1	32,0	25,0	33,0	51,2	34,9	51,7	19,2	21,7
6	36,3	40,8	40,1	36,0	36,4	39,8	27,7	33,6	19,1	27,5	31,0	42,2	46,0	37,3	38,0	27,4	45,2	42,2	22,8	32,9	18,0	26,4	30,6	50,0	48,9	33,0	51,7	35,1	63,3	35,5	23,3
7	43,1	48,2	42,3	45,5	52,6	44,4	33,8	41,0	31,4	39,6	42,7	43,0	48,0	38,1	39,0	31,8	53,0	55,1	22,8	34,5	33,1	33,3	37,4	54,0	50,7	38,9	59,3	53,0	64,8	42,0	28,0
8	45,6	52,3	42,7	51,1	52,9	62,6	44,4	52,7	35,9	41,6	45,0	51,5	53,2	45,9	52,7	33,0	57,0	56,7	37,8	43,5	46,8	55,4	37,9	54,9	52,0	51,2	61,5	54,6	69,0	44,8	33,4
9	60,3	52,7	46,2	52,0	54,4	62,9	48,7	59,8	44,6	47,3	53,6	53,0	54,1	46,3	53,1	40,9	60,1	62,0	39,8	43,5	49,6	56,0	41,5	55,5	57,3	57,7	62,9	54,8	70,6	45,5	40,1
10	66,6	54,8	50,0	53,9	55,8	65,9	61,7	70,0	53,8	47,3	55,6	53,2	56,6	53,3	55,5	56,0	61,6	70,8	45,6	57,1	50,0	60,0	45,9	57,5	59,7	61,1	64,9	57,0	71,9	56,0	58,2
11	72,7	62,9	56,8	60,9	70,0	70,0	63,7	70,0	67,0	53,2	58,6	54,8	57,3	53,4	68,2	56,5	64,1	71,4	46,9	61,0	70,5	66,4	62,7	64,2	62,2	66,0	65,7	58,0	76,8	66,9	58,9
12	76,8	69,0	58,2	77,3	72,2	73,4	68,0	76,6	68,3	59,3	63,8	57,0	65,1	54,4	71,5	59,1	65,3	73,9	50,6	64,2	71,2	71,0	64,0	66,2	66,3	69,2	71,6	65,7	77,7	68,0	62,2
13	77,1	71,0	64,0	78,3	75,9	78,1	69,3	77,2	68,8	60,6	78,0	60,5	72,0	55,9	72,3	59,3	68,7	76,0	60,0	66,9	80,3	76,0	70,9	79,3	68,0	72,9	74,8	66,0	79,4	72,9	69,0
14	71,2	80,6	78,0	81,4	80,1	81,3	79,3	78,6	81,9	79,0	79,6	62,3	79,0	77,6	79,0	60,7	75,3	78,5	80,6	68,9	81,7	81,6	77,9	80,3	80,8	81,7	81,5	79,8	80,0	75,1	80,8
15	68,0	80,4	81,8	57,0	73,7	73,1	58,0	80,8	68,0	76,0	78,6	77,4	78,4	73,0	58,1	63,9	77,3	40,3	71,6	53,1	68,7	80,0	63,7	73,1	66,0	67,6	61,7	79,4	69,8	76,3	80,1
16	62,0	75,9	62,9	55,0	64,6	56,4	57,0	76,3	58,0	64,9	78,3	74,4	73,0	50,0	56,5	72,2	64,0	38,2	70,1	50,8	67,7	62,1	62,1	66,5	65,2	64,0	49,6	60,1	58,3	72,8	50,5
17	35,3	62,4	52,8	51,5	56,0	56,1	55,1	66,2	56,4	55,8	72,9	63,4	59,2	36,2	48,1	46,9	53,9	37,4	57,6	45,1	53,4	46,3	41,4	58,2	62,0	52,7	48,9	52,6	44,3	69,3	29,9
18	26,0	58,4	40,6	44,0	55,2	52,2	45,9	49,5	47,5	49,6	61,1	54,6	44,0	32,7	46,6	44,9	52,9	32,3	56,4	44,4	49,0	43,3	33,7	56,0	25,6	50,5	41,2	37,8	43,7	60,0	29,0
19	18,7	55,4	30,0	17,6	48,0	51,3	41,9	42,1	35,0	45,0	55,3	54,2	39,5	26,2	45,6	31,0	49,0	25,6	55,0	39,0	34,4	41,6	18,6	49,0	24,9	36,0	32,4	36,3	31,8	59,9	24,0
20	18,0	52,2	27,7	17,0	19,0	38,6	16,0	38,2	19,4	22,7	53,5	51,5	37,9	19,0	33,6	30,0	30,0	13,5	51,7	32,0	32,3	38,7	18,0	45,7	21,5	30,8	25,8	33,3	21,0	53,6	21,2
21	15,0	51,7	24,0	15,0	16,8	21,9	11,0	34,7	18,7	21,9	43,1	45,3	26,2	14,0	33,4	20,4	29,8	13,4	50,1	30,0	31,9	24,2	13,7	22,2	21,2	24,9	23,0	28,7	14,0	52,2	16,0
22	14,5	38,2	19,4	11,0	15,5	20,6	11,0	16,1	17,0	18,0	29,1	38,3	11,2	12,5	30,6	19,8	13,0	10,7	36,8	17,0	12,0	18,6	13,0	15,0	20,6	23,9	11,3	17,3	13,5	32,4	15,1
23	14,0	29,7	10,6	11,0	10,5	15,1	10,9	15,5	13,0	15,4	14,0	22,4	11,1	10,0	15,4	15,0	11,0	10,6	32,4	14,0	12,0	16,3	9,7	9,5	16,0	14,0	11,2	15,5	12,7	18,0	15,0

Hora	MES DE FEBRERO CONSUMO (kWh)																											
	Día																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
0	2,0	3,4	2,1	4,6	5,8	0,9	0,3	2,0	1,3	0,4	3,8	2,0	0,0	0,5	1,2	4,8	2,1	1,2	4,0	1,3	2,2	2,3	3,4	2,6	7,6	7,0	0,4	0,0
1	4,8	4,4	6,7	7,9	10,4	5,2	1,3	3,4	4,0	1,2	9,5	7,6	0,2	1,7	8,1	8,2	4,2	2,7	9,6	2,4	2,3	2,5	4,3	6,0	13,3	9,2	4,3	2,2
2	13,4	9,0	18,2	8,9	14,7	5,9	5,3	4,6	9,8	8,3	13,7	11,8	13,9	1,9	15,8	9,5	7,0	6,6	12,0	5,3	3,3	10,4	5,0	12,1	18,6	9,3	6,1	7,7
3	17,1	17,8	23,7	10,4	15,2	12,3	5,5	4,9	16,4	10,3	18,1	15,5	16,9	6,2	22,3	14,3	11,3	9,4	12,5	7,1	13,0	12,0	5,6	19,0	29,2	11,1	7,0	14,7
4	17,5	24,7	23,9	11,7	12,6	16,4	10,9	11,9	18,4	13,5	21,0	20,2	17,2	15,7	24,3	16,9	12,7	13,3	17,0	7,3	13,5	16,8	12,6	21,2	30,0	18,1	7,7	15,2
5	18,1	26,7	25,0	12,5	16,0	19,7	12,9	13,4	21,7	16,6	28,0	23,1	17,5	16,7	24,7	24,7	16,9	28,3	20,4	9,0	15,2	21,8	13,6	27,4	33,4	18,7	16,8	17,0
6	38,8	32,1	32,1	16,2	16,3	22,0	16,0	14,1	32,2	19,1	32,7	24,4	34,8	18,1	26,5	26,0	19,1	31,5	21,4	15,3	15,8	32,8	16,6	30,8	35,2	20,1	20,5	18,0
7	38,9	37,7	33,9	19,2	20,3	32,0	24,8	16,7	34,0	20,6	34,2	25,3	35,9	28,1	26,7	28,9	22,9	33,9	23,2	16,6	16,2	36,0	17,3	37,3	35,4	24,7	24,3	18,9
8	39,4	39,7	35,4	28,5	20,9	32,5	31,6	18,5	35,4	28,5	34,7	28,4	37,3	28,5	28,5	30,4	39,8	36,6	29,3	16,6	28,2	41,0	22,4	38,9	36,0	28,9	26,4	21,3
9	42,2	43,2	39,5	33,7	26,1	34,6	32,3	22,4	37,2	40,2	38,9	28,6	41,4	30,6	28,7	30,9	50,1	44,0	31,6	18,0	32,4	42,8	22,6	41,2	43,0	30,8	32,8	25,2
10	45,7	46,7	42,0	41,2	32,2	36,8	37,0	23,0	40,4	48,7	39,5	44,5	41,7	40,9	47,8	33,7	50,6	44,4	37,8	23,2	35,6	43,8	24,7	44,1	47,8	39,6	46,9	32,9
11	45,9	47,0	45,1	45,7	32,7	40,3	45,0	31,8	44,8	51,9	43,0	45,0	41,9	44,0	48,0	34,9	51,2	45,8	44,0	37,6	41,1	49,9	25,8	45,7	49,6	44,9	47,6	34,9
12	47,1	47,4	49,5	47,6	34,5	42,1	45,2	34,1	45,4	52,6	43,9	47,3	42,4	44,1	50,4	38,4	52,3	49,7	47,3	49,6	51,9	50,7	34,2	51,3	53,6	45,0	48,9	39,0
13	49,6	53,3	50,7	54,1	37,0	43,8	48,8	38,3	46,1	53,5	49,1	49,6	48,5	45,6	54,6	45,1	54,1	54,1	47,3	50,5	52,7	52,1	35,5	51,6	53,9	53,4	53,6	49,2
14	50,7	54,8	54,3	55,0	47,0	53,9	51,6	51,6	48,2	55,0	50,1	53,7	51,0	47,4	54,9	55,0	54,5	54,5	52,7	51,2	54,9	53,3	41,4	55,1	54,8	53,7	55,2	53,2
15	50,5	50,7	46,0	54,7	44,4	43,4	51,5	54,1	50,1	49,4	49,9	54,1	51,5	53,2	54,1	52,3	48,7	53,1	43,6	50,5	45,3	52,6	51,2	54,0	55,1	51,9	42,5	36,7
16	47,0	50,5	39,0	49,1	34,3	28,1	50,8	48,6	48,2	45,9	48,9	47,4	38,1	42,6	51,9	50,4	43,0	39,2	37,1	42,0	44,0	50,6	44,8	53,6	46,4	48,8	38,4	25,4
17	45,3	49,8	38,7	47,8	32,4	13,2	50,2	44,0	44,2	36,7	37,9	34,8	28,1	37,3	48,7	49,5	33,9	36,6	36,4	40,6	42,1	35,6	39,8	52,2	42,9	46,3	30,5	19,2
18	41,7	40,7	34,1	47,1	28,7	9,8	48,5	39,5	42,5	24,9	37,7	32,4	25,0	35,7	47,4	41,3	19,8	30,5	29,8	33,3	35,0	33,4	39,6	48,7	33,8	37,3	21,8	18,6
19	38,2	28,0	33,4	29,9	28,7	9,5	48,3	32,9	41,9	23,1	29,1	22,5	21,3	28,4	38,3	29,9	19,8	29,7	29,8	22,1	23,5	31,9	38,7	32,0	25,4	35,5	20,7	16,0
20	28,0	12,6	32,7	29,3	27,4	7,4	34,8	30,5	29,2	16,0	24,8	13,9	14,4	26,4	36,0	25,4	16,0	23,7	27,9	22,0	19,3	26,2	32,8	22,9	22,5	35,3	15,0	12,5
21	17,3	12,6	17,4	10,9	26,4	2,4	31,8	24,2	20,1	13,9	22,4	9,7	8,6	20,9	30,0	17,3	15,1	17,4	27,5	21,8	16,4	24,2	31,5	15,1	14,3	34,1	8,9	11,4
22	14,8	7,1	9,1	4,9	13,3	1,9	12,7	16,6	14,6	7,9	7,7	5,2	7,1	13,7	24,5	7,1	12,7	15,4	21,4	15,0	11,1	21,7	26,9	8,5	6,7	29,7	7,9	10,3
23	7,0	7,0	9,0	2,5	1,9	5,3	0,2	12,1	8,0	1,0	1,1	5,1	3,0	10,5	6,5	0,4	4,5	12,5	5,7	11,1	7,5	7,3	19,1	8,1	4,3	13,4	4,5	2,4

Hora	MES DE MARZO CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	3,3	9,0	7,9	1,5	3,5	0,6	1,6	3,1	4,7	1,7	6,1	4,8	1,8	1,8	2,5	2,5	6,5	6,6	2,8	0,9	1,3	2,8	2,1	1,4	5,9	9,2	1,2	1,3	2,8	4,4	2,0
1	4,7	11,0	9,5	3,0	4,9	1,6	2,3	3,4	5,4	1,9	6,2	6,4	3,4	1,9	2,9	8,4	8,7	11,2	7,2	2,4	1,7	4,9	3,3	1,8	10,0	10,0	8,4	3,9	3,0	6,5	5,4
2	4,9	12,1	9,8	11,0	7,1	2,0	2,6	5,2	5,8	3,8	10,0	8,4	4,7	8,0	5,1	11,7	10,0	12,8	9,2	2,6	3,7	5,0	3,7	4,4	13,0	11,5	10,0	5,1	7,2	6,7	5,6
3	5,7	13,0	10,7	11,3	9,3	2,0	3,2	9,6	7,3	4,6	12,8	9,8	5,4	9,3	6,8	12,3	11,4	15,6	9,4	4,1	6,0	8,4	5,8	6,4	14,7	11,8	11,2	6,0	14,0	7,2	7,7
4	6,6	14,3	10,8	13,0	9,9	4,3	6,9	10,3	7,6	10,0	15,3	13,1	6,7	10,0	10,0	12,4	11,4	15,6	13,1	5,1	7,9	11,8	10,0	6,4	14,7	11,9	12,2	6,5	14,0	7,7	10,0
5	9,1	14,6	13,0	13,7	11,2	5,2	8,3	11,0	7,7	12,0	17,1	13,3	8,8	12,7	10,2	15,5	15,6	16,1	14,3	8,9	9,7	12,7	10,8	6,8	14,9	12,0	15,2	14,0	15,0	11,0	10,3
6	15,1	18,3	13,0	14,1	11,5	9,4	8,5	11,0	11,0	15,4	18,0	15,2	10,6	14,0	10,2	16,6	16,0	17,7	14,5	9,1	10,5	12,9	17,9	13,1	16,1	13,3	15,5	16,1	17,0	11,6	13,8
7	16,0	18,7	14,5	17,3	11,6	9,8	9,4	13,7	12,0	16,0	18,1	15,3	14,8	15,2	14,2	17,3	16,4	18,5	18,1	9,5	11,4	15,9	19,2	14,4	19,3	13,8	15,8	17,7	20,0	11,6	14,9
8	17,7	20,4	15,0	17,8	17,9	10,0	10,0	16,4	15,6	16,9	19,0	17,1	15,0	16,4	15,7	19,3	21,2	18,9	21,0	10,7	15,0	18,7	19,6	19,6	23,0	14,1	17,3	19,0	23,8	12,9	18,1
9	19,0	21,0	21,5	18,2	18,3	13,5	17,0	18,1	16,3	22,4	20,7	20,8	20,1	16,4	17,5	20,4	21,5	19,3	23,3	13,4	18,4	20,7	22,0	26,0	24,1	16,0	18,0	20,0	24,3	13,0	18,3
10	19,0	22,2	23,8	18,7	18,4	14,0	18,4	20,0	21,9	22,5	23,1	21,5	22,8	17,2	19,4	20,5	21,8	21,9	23,6	15,7	19,9	23,6	22,6	27,3	24,3	18,1	20,3	24,1	27,2	14,5	19,7
11	21,2	22,5	25,3	21,0	24,8	16,8	19,4	20,5	23,0	24,6	23,3	22,4	24,9	17,9	25,0	21,6	22,2	22,5	26,6	16,7	20,0	23,8	25,9	27,4	25,3	23,6	25,6	26,3	27,5	16,1	22,0
12	23,9	29,4	28,2	25,9	26,4	17,0	24,7	20,9	25,7	28,1	23,8	25,4	29,9	21,7	25,1	25,0	25,9	23,9	31,6	18,7	25,4	24,0	31,0	27,7	25,6	24,0	27,7	26,8	28,8	21,4	25,0
13	24,9	32,0	31,4	30,2	30,6	17,4	24,8	21,8	27,3	29,8	23,8	29,2	31,8	29,8	31,8	28,0	31,5	26,4	32,0	23,6	28,9	26,3	32,1	27,8	26,7	24,4	29,0	28,9	31,1	29,3	32,0
14	28,2	32,9	33,0	31,2	31,7	21,0	26,1	31,7	29,6	30,3	29,0	32,3	32,4	31,0	32,3	31,1	31,6	28,1	32,5	28,3	31,5	31,9	32,6	29,4	29,1	32,9	30,2	32,5	32,3	33,2	32,0
15	31,8	20,2	20,2	30,2	32,1	31,5	27,0	33,0	20,0	31,3	21,9	32,5	33,1	26,1	20,4	32,5	31,6	27,3	25,5	32,0	31,8	22,6	31,1	25,1	26,1	27,9	32,0	26,2	32,5	32,7	30,8
16	29,6	20,2	18,9	26,8	26,6	26,1	27,0	25,7	17,9	28,5	21,4	27,9	32,9	24,1	18,9	31,9	29,8	19,4	24,0	26,4	28,9	17,5	29,8	23,4	21,3	26,1	31,7	20,7	31,6	23,5	28,1
17	25,2	18,5	17,8	22,6	25,1	18,4	21,0	25,3	14,2	22,0	20,8	24,6	32,1	17,2	18,7	17,3	26,6	15,8	21,2	24,3	21,6	17,2	29,5	17,8	20,9	25,1	28,5	17,1	27,4	11,7	26,2
18	23,3	16,0	17,0	15,3	24,2	15,8	15,1	23,2	13,1	18,5	11,8	18,3	29,5	12,2	18,6	17,0	24,3	15,3	20,3	19,6	19,0	17,0	28,7	15,7	16,5	19,5	25,4	15,5	25,0	8,6	25,7
19	22,0	15,8	16,5	15,0	18,9	13,9	14,2	23,0	12,0	13,0	9,8	16,0	27,1	11,0	16,4	12,4	17,8	15,1	14,8	17,5	17,2	16,3	26,1	15,7	13,2	14,2	25,2	13,8	18,7	7,9	16,8
20	13,6	13,1	14,5	14,2	18,4	7,3	8,5	10,5	10,2	11,7	8,6	13,4	23,6	5,4	15,1	12,2	13,6	15,1	14,3	16,5	13,8	16,0	25,3	10,9	11,0	10,3	20,9	4,1	16,3	5,4	14,5
21	12,0	12,0	13,6	14,0	10,3	6,8	7,4	7,0	8,1	11,0	7,5	10,0	16,0	2,0	14,1	12,0	6,2	11,7	13,0	15,1	13,0	14,3	14,8	10,0	10,0	7,9	18,0	3,1	16,1	3,6	12,4
22	10,0	12,0	10,0	7,0	8,1	4,9	4,1	5,6	7,2	7,2	3,5	5,1	8,3	1,0	5,6	10,6	2,2	10,0	10,7	7,9	3,1	10,0	12,4	9,0	9,8	7,8	17,2	2,1	9,4	2,4	9,9
23	9,8	6,2	7,6	6,1	1,9	2,7	2,7	2,6	1,9	7,1	0,8	3,0	5,5	1,0	2,2	3,0	1,8	8,3	0,7	0,6	1,6	4,3	7,2	2,0	8,0	6,7	12,1	1,7	4,4	1,6	5,4

Hora	MES DE ABRIL CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	2,4	0,9	1,3	0,7	0,4	0,2	0,2	1,5	0,6	1,5	0,0	1,7	1,9	0,4	0,0	0,6	0,2	0,2	1,1	0,2	0,8	0,3	0,2	0,5	0,3	0,5	2,2	0,3	0,0	1,9	
1	3,3	1,3	1,5	1,3	0,9	0,7	2,5	1,9	0,7	4,5	0,9	2,3	3,2	0,9	0,2	1,1	1,5	1,8	1,2	0,3	1,0	0,6	1,1	0,5	1,0	0,9	3,6	2,0	1,8	2,1	
2	3,8	1,5	2,8	2,5	2,8	0,7	3,9	2,9	1,6	5,5	3,7	3,2	3,5	1,0	4,2	3,4	2,1	2,4	3,4	0,6	3,0	1,1	2,5	1,0	4,5	4,5	4,8	2,8	2,1	2,3	
3	4,1	1,7	3,4	4,3	4,7	1,5	4,3	3,5	3,1	6,1	4,6	5,2	6,8	1,8	4,3	3,9	2,3	3,3	3,5	1,1	3,0	1,8	3,8	1,5	5,3	4,7	5,1	3,0	2,7	3,1	
4	4,4	2,2	3,7	5,0	6,6	5,2	6,2	6,5	4,8	6,5	6,4	5,2	7,4	2,1	6,2	4,0	3,4	3,4	4,2	3,8	5,6	4,1	4,6	3,2	5,4	5,1	5,5	3,6	3,4	3,7	
5	5,4	5,5	6,3	5,5	7,8	5,9	6,7	6,6	5,5	6,9	8,3	5,7	8,5	2,9	7,9	9,3	3,7	3,5	5,5	3,9	6,2	4,4	6,0	3,4	7,1	5,2	6,6	5,5	5,3	4,5	
6	5,8	5,8	6,4	7,8	7,9	8,2	7,6	8,0	6,8	7,8	8,5	6,6	8,6	3,1	8,5	9,6	3,9	4,7	5,8	4,4	6,8	4,9	6,6	5,3	7,3	6,7	7,1	7,4	5,4	6,1	
7	8,3	6,1	7,2	8,4	8,9	9,8	8,0	9,0	9,7	8,3	8,8	8,5	8,7	3,9	9,2	10,6	4,5	5,7	6,1	5,6	9,1	5,8	10,6	6,7	9,3	9,5	7,1	9,3	8,8	7,4	
8	9,1	7,3	10,3	9,7	8,9	10,0	8,5	9,3	12,0	14,1	12,3	8,9	9,2	5,9	9,7	11,6	4,9	9,2	6,7	5,9	9,3	8,3	11,0	8,7	10,3	11,6	9,1	9,6	10,1	10,5	
9	10,4	10,7	11,4	11,1	9,6	10,2	9,0	10,6	13,3	14,3	12,7	9,0	9,2	7,1	10,2	12,5	6,5	9,9	10,0	7,1	11,4	12,3	11,9	10,2	10,4	13,2	10,2	9,8	10,8	11,5	
10	11,6	11,8	11,9	11,5	12,2	10,4	9,2	11,3	13,6	14,4	12,8	10,4	9,7	7,5	10,5	12,5	8,1	10,0	10,8	9,2	12,8	12,5	14,1	10,7	11,4	13,4	11,5	9,9	10,9	12,0	
11	13,2	12,0	12,1	12,7	12,7	10,7	9,3	15,2	13,9	14,5	14,0	12,4	10,3	8,0	11,2	12,8	9,1	11,6	10,8	10,3	14,4	13,0	14,3	13,6	12,6	13,7	13,5	10,9	14,1	12,8	
12	13,6	13,6	12,4	13,4	13,5	11,3	10,6	15,3	14,8	14,6	14,8	15,2	10,7	11,1	11,7	13,2	12,3	12,6	11,6	10,5	14,6	14,0	14,4	13,9	13,3	14,3	14,0	12,8	14,3	14,3	
13	14,0	13,8	13,4	13,8	15,4	11,3	14,2	15,6	15,6	15,0	15,7	15,6	13,0	14,9	14,1	13,9	13,6	12,8	12,6	13,8	15,5	14,1	15,8	14,8	15,0	15,8	14,2	14,2	14,7	14,4	
14	15,8	15,5	15,1	16,1	15,6	15,9	15,4	15,9	16,0	15,7	16,0	16,1	13,8	15,6	15,9	15,8	14,1	14,2	14,5	14,1	15,8	16,0	15,8	15,8	15,1	16,1	14,9	14,8	15,7	15,6	
15	13,0	11,8	16,1	15,0	14,0	15,7	15,9	15,1	15,7	14,0	15,4	8,3	15,9	14,9	14,6	12,9	16,0	14,4	16,1	13,5	15,3	15,5	14,4	15,0	14,5	16,0	14,9	11,8	14,6	14,7	
16	12,7	9,7	14,8	11,8	11,0	11,0	15,2	14,2	13,4	13,9	14,1	7,4	11,9	13,8	14,4	9,6	15,5	13,4	14,4	12,7	14,9	14,9	9,7	14,6	14,1	13,1	14,8	11,6	13,8	14,4	
17	11,1	7,8	8,5	11,5	10,6	8,1	14,4	13,0	13,2	12,9	13,5	7,2	8,5	13,7	12,7	9,4	12,7	12,9	13,1	11,2	14,9	13,2	9,2	14,4	13,9	12,7	12,9	10,2	11,9	12,7	
18	11,0	7,6	7,3	10,7	8,2	8,0	14,4	12,0	9,3	12,4	7,0	5,5	8,2	11,8	12,0	8,6	12,6	8,3	10,5	7,9	7,4	12,1	8,4	13,7	13,8	12,0	12,8	10,2	10,4	12,3	
19	10,6	6,4	6,6	8,5	7,7	7,4	13,9	10,3	6,9	10,4	6,9	5,0	6,4	11,7	11,6	7,2	9,4	5,0	9,7	7,3	6,6	10,7	7,8	11,7	11,5	8,8	11,4	7,8	8,4	10,8	
20	4,3	5,0	4,4	8,1	5,5	4,6	10,8	9,9	4,1	9,2	2,5	3,5	6,0	8,7	9,7	6,0	8,9	4,9	9,1	5,2	6,0	8,8	4,9	9,7	8,3	8,1	6,4	4,9	8,3	9,6	
21	4,1	2,7	4,2	6,4	1,5	4,5	8,1	4,1	3,3	8,2	2,3	3,3	3,3	5,5	6,9	3,3	8,8	3,3	7,4	5,0	5,4	8,3	4,8	7,6	7,9	7,7	5,0	3,6	8,0	8,9	
22	2,8	2,1	2,4	6,1	0,0	4,1	6,7	3,3	2,0	4,8	1,1	1,2	2,5	2,6	5,9	1,2	7,1	1,5	4,4	4,9	4,7	7,2	1,5	4,0	6,7	6,6	4,5	3,2	2,4	7,7	
23	1,7	1,4	2,0	1,1	0,0	0,2	1,3	0,8	1,0	4,7	0,7	0,0	0,9	0,3	2,4	0,3	4,6	0,6	4,2	1,2	1,3	4,1	0,6	0,7	2,8	0,8	4,4	3,1	1,7	6,6	

Hora	MES DE MAYO CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0,1	0,1	0,8	0,5	1,7	1,2	1,0	0,1	0,4	1,0	1,2	0,3	0,9	2,0	0,2	0,4	0,2	1,2	1,1	0,3	0,2	0,2	0,1	1,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	1,0
1	0,6	0,4	1,1	1,4	2,0	1,5	1,0	0,6	0,6	1,2	1,9	0,5	2,5	2,1	0,4	0,6	1,4	1,4	1,8	0,4	0,5	0,8	0,4	1,3	0,3	0,7	0,5	0,7	0,6	0,1	1,2
2	1,7	0,5	1,6	2,0	2,5	1,9	1,2	1,3	0,7	1,5	2,1	0,7	3,2	2,6	0,5	0,7	2,2	1,5	2,0	0,4	0,7	2,4	0,4	2,0	1,6	1,5	1,4	0,8	1,7	0,4	1,4
3	2,1	0,6	2,1	2,1	3,0	2,1	1,9	1,7	1,1	1,7	3,3	1,3	3,3	2,7	0,8	1,6	2,5	1,6	2,1	0,6	1,4	2,5	0,5	2,4	1,9	2,3	2,3	0,8	2,2	0,6	2,5
4	2,4	0,8	3,0	2,3	3,0	3,0	2,0	2,3	1,3	2,9	3,4	2,3	3,9	3,3	1,3	1,7	3,2	1,8	2,4	0,8	2,1	2,6	1,1	4,7	2,3	2,7	3,2	1,2	2,6	1,2	3,7
5	2,7	1,2	3,8	2,5	4,7	3,6	2,0	2,4	1,8	3,2	3,7	2,5	3,9	3,5	2,4	1,8	3,4	1,9	2,4	1,9	2,3	2,9	1,3	4,7	2,7	2,9	3,3	1,6	3,2	1,5	4,2
6	3,2	1,3	3,8	2,9	4,7	3,7	2,0	3,5	1,8	3,5	3,9	3,2	4,1	3,5	2,5	3,3	3,7	2,6	2,7	2,0	2,5	3,4	1,6	4,9	3,1	3,0	4,0	3,2	3,3	1,7	4,4
7	3,3	2,0	3,8	3,0	5,3	3,8	3,0	3,8	2,6	3,7	4,1	4,2	4,1	3,7	2,6	3,5	4,7	2,7	2,8	2,4	3,5	4,5	2,1	5,1	3,6	3,1	4,6	3,7	5,1	1,8	4,7
8	4,1	2,1	4,6	3,0	5,5	3,9	3,0	3,9	2,7	4,0	4,1	4,5	4,3	4,0	2,6	4,4	4,9	3,4	3,3	3,0	3,9	4,8	3,5	5,3	5,1	4,6	4,6	3,8	5,6	2,2	5,2
9	4,1	3,0	4,7	3,7	6,2	4,5	3,1	4,1	4,2	4,9	4,5	5,3	5,1	4,3	2,8	4,5	5,7	3,4	3,4	3,0	3,9	5,3	3,7	5,3	5,2	4,6	4,7	3,9	6,0	3,1	5,3
10	4,7	3,3	5,6	3,7	6,5	5,1	3,8	4,3	4,5	5,4	4,6	5,4	5,3	4,8	3,0	5,1	5,8	3,5	3,4	4,3	4,2	5,4	3,7	5,7	5,3	4,7	5,0	4,3	6,2	3,1	6,0
11	4,8	3,4	5,8	3,8	7,1	5,6	4,0	5,1	5,7	5,5	5,0	5,4	5,5	5,6	3,5	5,6	6,6	3,6	3,7	4,3	5,8	6,2	3,9	5,9	5,9	4,7	5,5	4,8	6,6	3,7	6,4
12	5,7	5,6	6,1	6,4	7,2	5,6	4,1	6,0	5,8	6,4	5,6	5,8	5,9	5,7	3,5	6,3	6,7	5,6	4,8	5,4	5,9	6,4	4,7	6,0	6,0	6,2	6,3	6,5	6,9	5,4	6,4
13	6,3	6,2	7,0	6,7	7,2	5,6	4,5	6,1	5,9	7,0	6,3	5,8	6,1	6,4	5,7	7,1	6,7	6,0	5,1	6,2	5,9	6,6	5,8	6,2	6,4	6,8	6,7	6,7	6,9	7,1	6,6
14	6,7	6,6	7,0	7,0	7,3	7,0	6,6	7,2	6,9	7,2	6,7	5,8	6,6	6,6	7,2	7,1	7,2	6,7	6,5	6,8	6,8	7,1	7,0	7,0	6,5	7,1	7,1	6,8	7,1	7,3	7,1
15	6,1	6,5	5,6	7,1	6,6	6,1	6,5	5,8	6,6	7,0	6,1	6,5	6,4	7,2	6,9	7,1	6,2	7,0	7,1	6,7	6,3	5,9	5,8	6,8	6,9	5,8	6,3	6,8	7,0	7,0	6,4
16	4,4	6,5	3,0	7,1	6,4	5,3	6,2	5,0	5,9	6,8	5,4	5,6	5,4	6,6	5,3	6,7	4,1	6,3	6,7	5,5	3,3	4,9	5,5	6,6	6,6	4,4	4,4	5,5	6,5	5,5	6,3
17	4,1	6,3	2,1	6,7	5,7	4,0	5,5	3,5	5,7	6,2	5,4	5,6	5,3	6,6	4,1	6,4	4,0	5,6	5,9	5,3	2,6	4,9	5,3	6,3	5,2	3,3	4,1	4,4	6,2	5,0	6,0
18	3,5	5,3	2,0	5,7	5,4	3,7	5,4	3,3	4,6	5,6	3,2	4,5	5,1	4,5	3,9	6,3	3,4	5,1	3,5	4,4	2,4	4,8	5,3	4,6	4,9	3,0	3,3	4,1	5,7	4,5	6,0
19	3,4	5,2	2,0	5,0	4,1	3,7	4,9	2,3	3,0	4,8	2,8	3,7	2,5	4,2	3,5	4,9	2,0	4,5	3,0	4,0	2,4	4,4	5,1	4,3	4,3	2,0	3,0	3,2	4,9	4,4	5,7
20	2,6	4,7	2,0	4,7	3,7	3,6	4,0	2,3	2,2	4,0	1,9	1,3	1,8	1,6	3,3	4,7	1,7	3,2	2,6	3,2	2,4	3,1	4,0	3,5	2,6	1,9	2,0	3,0	4,9	3,2	4,2
21	1,8	3,8	1,0	4,3	1,5	3,5	4,0	1,9	2,0	2,7	0,4	0,5	1,8	1,6	0,7	2,2	1,5	2,0	2,4	3,1	1,8	2,3	1,9	2,9	1,5	1,8	1,4	2,6	3,6	2,8	3,4
22	1,8	3,6	0,8	2,4	0,6	2,1	1,3	1,9	1,4	2,5	0,4	0,4	1,7	0,9	0,6	1,0	1,4	1,9	2,2	2,1	1,7	1,4	1,0	2,7	0,7	1,3	1,3	2,3	2,1	1,8	1,9
23	0,4	0,3	0,7	1,6	0,3	1,6	0,9	1,1	0,5	1,6	0,0	0,1	1,0	0,8	0,1	0,0	1,2	1,5	0,1	1,9	0,2	0,3	0,2	2,3	0,2	0,4	0,2	1,8	0,8	1,5	1,3

	MES DE JUNIO CONSUMO (kWh)																																
	Día																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,8	0,8	0,2	0,0	0,9	0,7	1,4	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,2	0,0	0,3	0,2	0,0			
1	0,1	0,4	0,4	0,7	0,2	0,2	0,6	0,3	0,9	1,3	1,3	0,5	0,8	1,8	0,9	1,8	1,1	1,0	0,3	0,1	0,7	0,5	1,3	0,8	1,4	0,9	0,9	0,4	1,5	0,4			
2	0,5	0,5	0,7	1,0	0,5	0,2	0,7	0,8	1,3	1,4	1,6	1,0	1,0	2,1	1,2	1,8	1,2	1,2	0,5	0,6	1,1	1,6	1,6	1,9	1,6	1,1	0,9	0,5	2,4	0,7			
3	1,1	0,8	1,3	1,3	0,5	0,3	2,6	0,9	1,5	1,4	2,4	2,2	1,9	2,2	1,6	1,9	1,5	1,6	2,2	0,7	1,5	1,7	1,9	2,1	1,7	1,3	1,1	1,4	2,6	1,5			
4	1,1	3,1	2,2	1,8	0,6	0,5	2,7	1,3	2,1	1,5	2,9	3,1	2,0	2,6	2,4	1,9	1,8	2,3	3,0	2,3	1,7	1,8	2,0	2,2	1,9	1,7	1,3	2,0	3,8	1,8			
5	2,0	3,2	2,4	1,8	0,8	1,2	3,2	1,8	2,1	1,6	3,6	3,8	2,9	2,9	2,5	2,4	1,8	2,6	3,2	2,6	2,1	2,2	2,1	2,4	2,1	1,8	1,9	2,1	3,8	1,8			
6	2,2	3,4	2,5	2,9	2,7	1,5	3,7	2,9	2,4	2,2	3,6	4,0	3,0	3,2	3,4	3,2	2,7	2,9	3,5	3,0	2,5	2,9	3,1	3,8	2,3	2,0	1,9	4,2	3,9	3,0			
7	2,8	4,3	2,8	2,9	3,9	2,6	3,9	3,8	2,6	2,9	4,2	4,8	3,4	3,4	3,5	3,4	2,8	3,0	4,8	3,6	2,9	3,2	5,5	4,0	2,7	3,0	2,5	4,5	4,4	3,9			
8	3,7	4,4	3,4	3,0	4,0	3,2	4,0	5,0	3,4	5,1	4,4	5,1	5,3	3,4	3,7	3,4	3,5	3,5	5,1	3,6	4,1	3,8	6,0	4,8	2,8	3,2	3,1	4,9	4,6	4,3			
9	3,8	4,5	3,7	3,3	4,7	3,6	5,3	5,7	4,0	5,2	4,5	5,9	5,5	3,9	4,7	3,8	3,9	4,5	5,3	3,7	4,1	3,9	6,1	5,5	4,2	3,8	3,5	5,4	5,6	4,5			
10	4,2	4,7	5,3	3,4	5,2	4,4	5,5	6,2	5,2	5,9	4,5	6,0	6,0	4,0	5,3	5,4	4,1	5,8	5,6	4,3	4,6	4,2	6,1	5,6	4,4	4,5	3,5	5,5	6,1	5,0			
11	4,9	5,3	5,5	3,7	5,3	4,4	5,5	6,2	5,9	6,4	4,6	6,2	6,2	4,0	5,9	6,1	4,5	5,8	6,2	5,1	6,4	4,8	6,2	6,1	5,0	6,0	4,1	5,6	6,5	5,0			
12	5,3	6,4	5,9	5,7	5,8	5,2	6,7	6,3	6,4	6,5	5,3	7,1	6,4	4,6	6,5	6,1	4,9	6,7	6,2	5,2	6,8	5,4	6,8	6,2	5,0	6,5	4,4	5,8	6,8	6,8			
13	6,6	6,6	6,9	6,2	6,7	6,3	6,7	6,6	6,6	6,9	5,8	7,2	6,9	5,2	7,0	7,0	6,3	6,7	7,0	6,8	6,9	5,9	7,0	6,3	5,7	6,6	5,2	5,8	7,1	7,0			
14	7,3	7,1	7,0	6,6	6,7	6,7	7,2	7,2	7,0	7,1	6,4	7,3	7,1	6,0	7,1	7,1	6,4	6,9	7,1	6,9	7,2	6,7	7,2	7,1	6,7	7,2	7,1	6,1	7,2	7,3			
15	7,3	7,2	7,1	6,8	6,0	7,3	7,2	5,9	6,8	6,2	6,7	5,0	7,3	7,0	7,3	6,9	6,7	6,4	6,2	7,2	7,2	6,5	7,0	6,5	5,8	6,3	6,9	7,3	6,3	6,5			
16	7,0	6,8	5,8	6,1	5,6	6,7	4,9	5,4	5,9	6,1	6,3	3,9	7,0	6,8	6,6	6,4	6,5	6,2	5,9	6,9	6,5	6,3	6,3	5,7	5,4	5,6	6,1	7,2	5,0	6,3			
17	6,1	6,1	1,9	5,9	4,6	4,9	4,1	3,9	5,3	4,7	6,1	2,9	6,9	6,1	5,0	5,9	5,4	6,1	5,9	6,7	6,4	5,4	5,3	5,1	5,1	4,6	4,2	5,5	4,8	6,1			
18	5,2	5,4	1,5	5,0	2,9	4,8	3,0	3,5	4,2	4,6	3,7	1,2	5,4	5,7	3,9	5,2	5,3	5,3	5,8	6,6	4,5	2,8	4,1	5,1	4,4	2,5	4,0	4,7	3,1	4,7			
19	4,8	5,3	1,1	4,3	2,1	3,5	2,9	1,9	3,8	4,3	3,2	1,1	5,0	3,6	2,3	4,3	5,3	5,2	5,2	6,0	2,4	2,5	2,8	3,6	3,7	2,4	3,7	2,4	2,2	4,3			
20	4,3	4,1	1,1	4,1	2,0	3,3	2,0	1,8	3,0	4,2	3,1	0,9	3,5	3,0	1,3	3,4	2,4	4,4	4,6	5,2	1,4	2,4	2,5	2,5	3,5	0,9	3,1	2,2	2,1	4,3			
21	1,8	4,0	0,8	4,0	0,3	2,4	1,0	0,6	1,6	4,1	2,2	0,9	2,5	2,7	1,1	3,2	2,0	3,9	3,8	2,7	1,3	1,6	1,7	2,5	2,3	0,8	0,7	0,5	2,0	2,4			
22	0,9	2,8	0,5	3,8	0,1	2,0	0,9	0,6	0,2	3,8	2,1	0,4	0,1	2,0	0,9	2,8	1,1	1,1	1,2	2,6	0,9	1,1	1,1	1,2	1,6	0,4	0,6	0,1	1,5	0,8			
23	0,5	0,8	0,2	0,7	0,0	0,3	0,1	0,5	0,1	1,5	2,1	0,2	0,0	2,0	0,9	0,3	0,7	0,8	0,6	2,0	0,3	0,1	0,9	1,0	1,3	0,3	0,5	0,0	0,8	0,3			

	MES DE JULIO CONSUMO (kWh)																														
	Dia																														
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0,3	0,7	0,1	0,3	0,3	0,1	0,8	0,4	0,3	0,3	0,1	0,7	0,6	0,4	0,7	0,5	0,3	0,3	0,8	2,1	0,4	0,3	0,9	0,1	0,0	0,3	0,0	0,2	0,7	0,7	0,0
1	0,6	2,6	0,1	0,5	1,3	0,1	0,9	0,6	0,4	0,7	0,3	1,0	0,9	1,0	0,9	0,5	1,1	0,7	1,0	2,3	0,9	0,6	2,0	0,3	0,5	0,6	1,1	0,2	1,0	0,7	0,3
2	1,9	2,6	0,2	1,0	1,4	0,6	1,1	0,7	0,6	0,9	0,6	1,1	2,3	1,5	1,5	0,7	1,2	1,2	2,1	2,7	0,9	0,6	2,2	1,0	0,6	0,8	1,3	0,5	1,4	2,3	0,7
3	2,0	3,3	0,6	2,0	1,6	2,7	1,3	1,1	1,0	1,4	0,6	1,1	3,3	2,5	2,2	1,0	1,2	1,3	2,7	3,0	1,5	1,0	2,4	1,9	0,9	1,0	1,6	1,0	2,0	2,5	1,5
4	2,0	3,3	0,7	2,5	2,2	2,9	1,3	1,1	1,3	1,5	1,0	1,2	3,8	2,7	2,6	1,8	1,4	1,4	2,7	3,4	1,6	1,2	2,6	2,3	1,4	1,6	2,1	1,4	2,5	2,7	2,2
5	2,1	3,4	1,8	2,8	2,3	3,0	1,7	2,6	2,7	1,5	1,1	1,4	3,9	3,7	2,7	2,3	1,5	2,2	3,2	3,9	3,0	1,2	2,6	2,3	1,7	1,7	2,1	1,6	2,6	2,8	2,5
6	2,2	3,7	2,1	3,0	2,4	3,8	1,8	2,7	3,1	1,6	1,2	2,0	4,3	4,2	3,4	3,3	1,6	2,7	3,4	3,9	3,2	1,5	2,7	2,7	2,2	2,7	2,5	2,7	4,7	2,9	2,5
7	2,6	3,9	3,3	3,0	2,6	3,9	1,9	2,7	3,1	1,6	1,8	3,6	4,3	4,2	3,6	3,5	2,1	3,3	3,5	4,1	3,6	1,6	3,0	3,5	2,5	2,9	2,7	3,0	4,7	2,9	3,3
8	2,8	4,0	3,3	3,0	3,8	4,0	2,4	3,3	3,2	1,7	2,6	3,9	4,6	4,7	4,1	3,6	2,3	3,6	3,7	4,3	3,6	2,3	3,0	3,9	3,1	3,6	2,9	3,8	4,8	3,2	4,2
9	3,3	4,3	3,8	3,4	4,9	4,2	2,9	4,0	3,5	3,5	3,0	4,2	4,9	4,8	4,1	4,0	3,7	3,6	4,0	4,7	3,6	3,5	3,0	4,0	4,3	4,4	3,9	4,6	4,8	3,3	4,3
10	3,5	4,3	4,0	3,5	5,1	4,4	2,9	4,2	5,2	4,1	3,9	4,9	5,0	5,1	4,1	4,6	3,8	3,9	4,7	4,8	4,1	3,6	3,3	4,2	4,5	4,7	4,3	5,3	4,9	4,1	4,7
11	4,5	4,7	4,4	4,3	5,3	4,5	3,2	5,0	5,7	4,1	4,2	4,9	5,4	5,1	4,2	4,9	3,8	4,2	5,0	4,8	5,1	3,9	3,8	4,3	4,6	5,4	4,4	5,3	5,1	4,2	5,0
12	4,8	5,4	4,4	5,1	5,9	4,8	3,2	5,8	5,8	5,0	4,8	5,1	5,4	6,0	4,8	5,0	4,5	4,7	5,0	4,9	5,3	4,9	4,5	5,0	4,7	5,5	4,8	5,6	5,8	4,3	5,1
13	5,1	5,6	4,8	5,2	5,9	4,8	5,1	6,0	6,2	5,2	6,1	5,8	5,5	6,2	4,9	5,0	5,3	5,9	5,1	5,3	5,7	5,0	5,0	5,7	4,9	5,5	5,2	5,8	5,8	4,9	5,4
14	5,5	6,1	5,8	5,7	6,1	6,2	5,8	6,1	6,2	5,8	6,1	5,9	6,2	6,2	5,7	5,2	5,4	6,0	5,8	6,2	5,8	5,9	5,4	6,2	6,0	5,9	6,2	5,8	6,0	5,7	6,1
15	4,0	5,7	6,0	5,5	5,6	4,8	2,8	5,8	6,1	5,9	5,9	5,4	6,2	5,5	6,1	4,7	5,6	4,6	5,6	5,8	6,1	6,1	5,8	5,9	5,2	4,6	5,5	4,6	5,7	5,7	6,0
16	3,7	5,2	4,7	5,5	5,0	4,6	2,7	4,4	6,1	5,0	5,8	5,3	5,7	5,1	5,0	4,5	4,4	4,4	5,3	5,0	6,1	5,3	3,9	5,5	4,5	3,9	4,8	4,3	5,3	4,8	4,8
17	3,4	5,2	4,2	5,2	4,6	3,5	2,6	3,4	5,5	4,9	5,0	4,7	5,5	4,7	4,6	2,9	4,2	3,9	3,3	4,2	5,7	5,0	3,6	4,6	4,0	3,7	4,6	3,9	5,1	2,8	4,6
18	2,8	4,6	2,7	5,0	4,6	2,9	2,4	3,3	5,3	4,8	4,6	4,5	5,1	4,3	4,1	2,1	2,9	3,4	3,1	3,7	2,5	2,7	3,6	3,7	3,5	3,2	3,7	2,9	4,4	2,7	2,6
19	1,9	4,0	2,5	4,7	3,6	2,3	1,7	3,1	4,3	4,6	4,4	4,5	4,7	4,2	3,8	1,5	2,3	2,9	2,0	2,0	2,3	2,3	3,5	3,4	3,1	2,3	2,8	2,8	3,6	2,6	2,4
20	1,8	3,7	2,3	4,3	1,6	1,9	0,7	0,9	3,1	2,5	4,2	2,0	1,6	3,2	2,2	1,3	2,0	2,9	1,2	1,7	2,0	2,1	3,3	2,5	1,9	2,1	2,8	1,8	3,2	2,0	1,8
21	1,6	1,7	1,4	2,8	1,5	1,7	0,7	0,7	2,8	2,5	3,3	1,4	1,2	2,3	1,6	1,2	1,1	1,3	0,9	1,6	1,0	0,7	3,1	2,0	1,7	1,4	1,8	1,6	3,1	1,6	1,7
22	1,1	1,5	1,2	2,3	0,8	1,4	0,2	0,2	1,5	0,5	0,7	1,1	0,8	1,5	0,6	0,0	0,9	0,3	0,3	1,6	0,5	0,6	2,3	1,6	0,7	1,0	0,9	0,9	0,5	1,3	1,3
23	1,0	1,0	1,1	0,7	0,8	0,6	0,1	0,1	0,9	0,1	0,5	0,9	0,2	0,0	0,4	0,0	0,1	0,1	0,1	1,5	0,3	0,2	2,2	0,1	0,5	0,2	0,8	0,2	0,0	0,5	0,9

	MES DE AGOSTO CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0,3	1,3	0,4	0,4	0,5	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	1,0	0,1	0,2	1,2	1,3	0,7	0,8	0,3	0,2	0,1	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3
1	0,8	1,6	0,6	0,4	0,7	0,7	0,9	0,6	0,4	1,0	1,2	0,6	1,7	0,2	0,4	1,8	1,5	0,8	1,3	1,0	1,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,1	0,2	0,9	0,4
2	0,9	2,5	1,0	1,1	0,9	1,2	1,8	1,1	0,5	1,3	2,2	0,9	2,2	0,5	0,8	2,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,7	1,1	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,7	0,3	1,3	0,4
3	1,3	3,1	1,2	1,2	1,4	1,4	2,1	1,2	1,1	1,5	2,3	1,4	2,2	0,6	1,3	2,7	1,7	2,0	1,8	1,4	2,0	2,0	0,9	0,6	1,2	0,9	0,6	0,7	0,6	1,4	0,5
4	1,6	3,6	1,3	1,6	1,8	1,6	2,2	1,5	2,3	2,2	2,5	1,7	2,5	1,1	1,5	3,1	3,0	3,3	2,3	1,5	2,0	2,8	3,1	0,9	2,1	1,7	0,9	1,4	1,0	1,7	0,6
5	1,6	3,7	1,3	2,2	2,2	1,9	2,5	1,6	2,3	2,7	2,9	1,9	2,8	1,2	1,8	3,6	3,6	3,4	3,7	1,7	2,8	3,0	4,1	1,1	2,7	2,6	1,5	2,1	1,0	2,1	1,0
6	2,4	3,7	1,8	2,4	2,4	2,5	2,5	2,0	2,3	2,8	3,5	2,6	2,8	1,8	2,2	3,7	3,6	3,6	3,7	3,2	2,8	3,0	4,7	1,5	3,5	3,0	2,0	2,4	1,3	3,2	1,7
7	3,2	4,4	2,2	2,7	2,7	2,5	3,6	2,2	3,0	3,3	3,6	3,4	3,8	3,9	2,4	4,3	3,7	3,6	3,7	3,6	2,9	3,1	4,9	2,1	4,3	3,7	2,2	2,4	2,0	3,8	1,7
8	3,3	4,4	3,3	2,8	2,7	3,0	4,3	2,5	3,0	3,3	4,2	3,6	3,8	3,9	2,8	4,3	3,8	4,2	4,4	4,4	3,9	3,3	5,1	2,3	5,2	3,8	2,8	2,9	2,1	3,9	2,6
9	3,4	4,8	3,7	3,0	2,7	3,3	4,4	2,7	4,4	3,7	4,3	3,7	4,1	4,3	2,8	4,4	5,0	4,2	4,8	4,5	3,9	3,8	5,1	2,8	5,6	3,9	3,0	4,4	3,7	4,1	3,7
10	3,6	5,0	4,3	3,5	2,8	3,3	5,1	3,4	4,7	4,7	4,6	3,9	4,3	4,6	3,0	4,7	5,9	4,9	5,3	4,6	3,9	3,9	5,2	3,5	5,7	4,6	3,8	5,2	4,0	5,2	4,3
11	4,5	5,0	4,3	4,4	2,8	4,1	5,4	3,7	5,1	4,7	4,8	4,7	4,5	4,8	4,5	5,7	6,1	5,5	6,1	4,9	4,6	4,3	5,4	3,6	5,9	4,7	4,1	5,7	4,6	5,9	4,5
12	4,9	5,3	5,0	5,2	3,6	4,4	5,7	4,3	5,1	4,8	4,8	4,7	5,1	5,2	4,9	5,7	6,1	5,5	6,1	5,2	5,0	4,4	5,5	5,9	6,0	5,6	5,0	6,1	5,0	6,5	4,7
13	4,9	5,4	5,5	5,8	6,4	4,4	5,7	4,7	5,8	5,3	5,4	6,3	5,1	5,7	5,5	6,4	6,4	5,8	6,4	5,3	5,1	6,1	5,6	6,2	6,0	5,7	5,5	6,4	5,1	6,5	5,1
14	5,8	6,5	5,6	5,8	6,5	5,4	5,8	5,7	6,1	6,0	5,8	6,4	6,2	6,0	6,0	6,4	6,5	6,4	6,5	6,3	6,0	6,4	6,6	6,3	6,3	5,9	5,9	6,4	5,7	6,6	5,7
15	5,5	5,4	6,5	6,5	4,6	6,4	6,5	6,2	5,6	5,6	5,7	6,5	6,0	5,8	5,4	6,6	6,0	5,7	6,1	6,6	6,0	5,6	4,3	5,8	6,0	6,0	5,2	5,4	5,6	6,2	6,5
16	5,0	5,1	6,4	6,2	4,1	5,0	5,2	5,8	5,6	5,2	5,0	6,2	6,0	3,8	5,3	6,6	4,0	5,5	5,7	5,6	4,8	4,9	3,6	5,7	5,9	5,5	3,5	5,3	5,6	6,1	6,3
17	4,4	4,5	5,1	5,0	3,1	4,9	5,1	5,7	5,4	4,0	4,5	4,4	5,8	3,6	4,8	6,5	3,8	4,6	4,2	5,2	4,0	3,9	3,4	3,4	3,2	3,7	3,4	5,1	5,0	5,1	5,1
18	3,9	3,9	3,2	5,0	2,4	4,1	4,2	5,2	3,8	3,3	3,5	2,8	3,4	3,2	2,6	5,8	2,6	4,4	3,3	5,0	3,4	3,8	3,2	3,2	3,0	3,3	2,5	5,1	4,7	5,0	3,8
19	3,3	2,2	3,0	3,4	2,1	2,6	2,8	4,7	3,4	3,2	3,0	2,2	3,1	2,4	2,6	5,2	1,8	3,8	2,6	4,8	2,5	3,4	2,2	2,8	1,9	2,8	2,4	3,8	2,7	4,7	3,7
20	2,7	1,9	2,7	2,8	1,6	1,1	1,6	4,4	2,3	2,5	2,8	1,2	2,7	2,2	1,9	4,1	1,2	2,9	2,3	4,6	2,3	3,2	2,0	2,7	1,0	2,5	2,3	3,2	2,4	3,8	2,0
21	1,1	1,5	2,1	1,5	1,0	0,4	0,6	3,7	2,2	2,4	1,3	1,0	0,9	1,2	1,0	4,1	1,1	2,5	1,4	4,4	1,8	3,1	0,7	1,9	0,6	1,9	0,9	3,0	1,3	2,7	1,9
22	0,8	0,5	2,1	0,7	0,3	0,3	0,5	1,9	1,5	2,0	1,1	0,4	0,4	0,8	0,5	2,4	1,0	1,2	0,8	3,7	1,7	1,7	0,4	1,7	0,5	1,3	0,8	1,4	0,8	1,2	1,1
23	0,5	0,1	1,7	0,1	0,1	0,2	0,1	1,4	1,2	1,6	0,9	0,2	0,2	0,4	0,2	0,8	0,9	1,1	0,0	3,1	0,1	0,3	0,3	1,2	0,4	1,0	0,4	1,1	0,3	0,8	0,9

	MES DE SEPTIEMBRE CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0,1	0,6	0,6	0,1	0,3	0,8	0,4	0,4	0,1	0,4	0,0	0,1	1,1	0,6	0,3	0,2	0,9	0,1	0,2	0,7	0,4	0,3	0,8	0,2	0,2	0,1	0,4	0,4	0,6	0,1	
1	0,1	1,1	1,0	0,9	0,8	1,7	0,4	1,2	0,3	0,8	0,5	0,7	1,9	1,2	0,5	1,8	1,0	0,4	0,5	0,9	0,6	0,9	1,1	0,7	1,0	0,2	1,8	0,9	0,9	0,4	
2	0,5	1,5	1,1	1,6	0,9	2,3	1,8	1,6	0,9	0,9	0,5	0,7	3,0	1,3	0,7	2,0	1,5	0,5	0,9	1,0	1,0	1,5	1,4	0,7	1,5	0,4	2,2	1,6	1,4	0,4	
3	1,4	1,8	1,1	1,9	1,4	2,7	2,0	1,7	1,7	1,8	0,9	1,4	3,6	1,6	1,6	2,2	1,7	0,6	2,3	1,7	1,1	3,1	1,5	0,9	1,6	1,0	2,6	2,1	1,9	1,1	
4	1,7	1,9	1,6	2,1	1,5	2,8	2,3	2,6	1,8	2,2	1,4	2,0	4,2	2,0	2,1	2,3	2,4	0,8	2,4	1,9	2,3	3,1	2,6	1,3	1,7	2,0	2,8	2,9	3,0	2,8	
5	2,3	2,8	1,8	2,3	2,1	3,6	2,6	2,7	2,2	3,0	1,4	2,0	4,4	2,1	2,2	3,5	2,6	1,1	3,0	2,4	2,6	3,7	2,7	1,5	2,0	2,3	3,5	2,9	3,2	2,8	
6	3,1	2,8	1,9	2,5	2,4	3,8	3,0	2,9	2,8	4,2	1,5	2,5	4,9	2,6	2,5	3,6	3,0	1,6	4,0	3,0	2,7	4,2	3,4	2,1	2,4	2,4	3,5	2,9	3,6	3,2	
7	3,2	2,9	2,2	2,7	2,9	4,0	3,1	3,9	3,0	4,5	1,9	3,1	5,1	4,0	3,8	3,9	3,2	1,8	4,0	3,5	4,7	4,4	3,7	2,1	2,8	2,7	3,8	3,7	4,3	3,4	
8	3,5	3,2	2,5	3,3	2,9	4,4	3,2	4,6	4,7	4,8	2,7	3,4	5,1	4,9	4,5	4,4	3,2	2,4	4,3	4,1	4,8	4,4	4,7	3,3	4,4	2,7	4,0	4,6	4,7	3,5	
9	4,0	3,7	3,4	3,5	3,0	4,4	3,6	5,4	5,2	4,9	3,7	4,0	5,2	5,4	5,6	4,8	3,7	2,4	4,9	4,5	5,0	5,4	5,0	3,5	4,5	3,0	4,4	4,6	5,3	4,4	
10	4,1	5,3	3,9	3,5	3,7	4,5	4,1	5,5	5,5	5,0	3,7	4,3	5,6	5,7	5,6	4,9	4,0	2,6	5,6	4,7	5,1	5,6	5,1	4,3	5,3	3,4	5,1	4,8	6,0	4,9	
11	5,2	5,8	4,1	3,9	3,9	4,9	5,3	5,8	5,6	5,2	4,5	4,3	5,6	5,8	5,7	5,4	4,1	2,9	5,8	5,5	5,2	5,9	5,4	4,7	5,6	3,7	5,5	4,9	6,1	5,0	
12	6,3	5,8	4,5	4,4	4,6	5,6	5,8	5,9	5,7	5,5	5,0	5,1	6,2	6,2	5,8	5,4	4,3	3,3	5,9	5,8	5,5	6,2	5,5	4,7	5,7	3,9	6,1	5,4	6,2	5,3	
13	6,3	5,8	4,8	5,0	5,6	5,7	6,3	6,5	6,1	5,8	5,0	5,6	6,3	6,3	5,9	6,1	4,9	3,6	6,2	6,5	5,8	6,4	5,7	4,8	5,9	5,5	6,3	5,6	6,3	6,2	
14	6,4	6,5	5,2	5,8	5,6	5,9	6,5	6,6	6,2	6,0	6,6	5,7	6,5	6,7	6,5	6,5	5,4	4,2	6,6	6,6	6,5	6,7	6,1	5,3	6,6	6,4	6,5	6,2	6,5	6,2	
15	5,9	6,5	0,4	6,6	6,1	6,1	6,0	5,0	6,6	6,2	5,2	6,5	6,5	4,9	6,7	5,4	5,7	5,6	6,5	6,6	5,3	6,7	6,5	6,2	6,5	5,7	6,5	6,0	6,6	6,2	
16	5,3	6,4	4,8	6,4	6,0	5,6	4,5	4,1	5,9	5,2	3,1	6,5	6,0	4,0	4,6	5,4	3,5	5,3	4,9	6,3	4,7	5,8	6,0	6,0	5,4	5,0	6,4	4,7	5,3	6,0	
17	4,3	5,3	4,6	5,7	5,9	4,8	2,8	3,9	4,3	3,3	2,9	6,3	4,3	3,4	3,8	4,2	3,1	4,9	3,6	4,9	3,6	4,4	5,9	5,1	5,2	3,3	6,0	4,4	4,7	5,7	
18	3,8	4,3	3,4	3,9	4,6	4,7	2,7	2,0	3,9	1,7	2,5	5,4	4,0	3,0	2,7	3,0	1,9	3,7	3,6	3,4	3,5	4,1	5,7	4,7	4,7	3,3	4,0	3,5	4,6	4,6	
19	3,2	3,7	2,4	3,5	3,7	4,2	2,5	1,8	3,2	1,6	2,4	4,7	3,9	2,9	1,3	2,1	1,7	3,4	3,5	1,9	3,0	4,1	5,2	4,0	3,6	2,1	3,7	3,2	3,5	3,7	
20	2,7	2,9	2,3	3,5	3,0	3,4	1,6	1,1	3,1	1,3	1,8	4,0	2,3	2,8	0,6	1,7	1,0	2,5	3,1	1,9	2,4	2,4	3,5	4,0	3,6	1,0	2,8	2,9	3,3	3,4	
21	2,0	2,5	2,1	3,1	1,7	2,7	0,6	0,6	2,2	0,5	1,8	3,7	1,3	1,8	0,2	1,5	0,7	1,8	1,5	1,1	2,0	2,2	2,6	3,8	2,9	0,8	2,0	2,8	2,8	2,9	
22	1,5	0,8	1,7	3,0	0,7	0,5	0,6	0,5	1,8	0,3	0,9	1,3	0,6	1,2	0,2	1,4	0,4	0,6	1,2	0,9	1,5	0,5	2,3	3,4	1,1	0,4	1,3	1,5	2,3	2,6	
23	0,1	0,6	0,8	2,7	0,5	0,3	0,1	0,4	0,6	0,0	0,8	0,9	0,3	0,7	0,0	0,1	0,0	0,5	0,7	0,4	0,0	0,0	1,4	1,1	1,0	0,2	1,2	0,7	0,8	0,5	

	MES DE OCTUBRE CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0,4	0,1	0,1	1,1	0,8	0,2	0,4	1,1	0,0	0,2	0,1	0,5	0,1	0,6	0,9	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	1,1	0,0	0,1	0,5	0,2	0,4	1,5	0,3	0,0	0,1
1	0,6	0,3	0,1	1,2	1,3	0,8	0,4	1,2	0,2	0,3	0,2	0,6	0,6	2,1	1,0	0,6	0,1	0,6	0,3	0,4	0,3	1,5	0,2	0,7	0,9	0,2	0,5	2,5	1,7	0,6	0,1
2	0,6	0,9	0,2	1,3	1,8	1,1	0,7	1,3	0,2	0,4	1,0	1,8	0,9	2,2	1,5	1,8	0,2	1,7	1,1	0,4	1,6	1,7	0,9	1,1	1,3	0,3	0,9	2,8	2,3	1,3	0,7
3	0,7	1,2	0,3	1,7	2,6	1,1	0,9	1,5	1,3	0,4	1,4	2,3	1,1	2,2	1,9	2,6	1,8	1,9	1,3	0,8	1,7	1,8	1,7	1,2	1,4	1,1	1,2	3,2	2,5	1,4	1,4
4	1,2	1,9	0,4	1,9	3,5	2,6	0,9	2,3	1,5	0,8	1,4	2,6	1,6	2,3	2,3	2,6	1,8	3,2	1,4	1,1	2,3	2,7	1,8	1,3	1,5	1,2	1,2	3,4	2,6	1,6	1,4
5	1,9	2,1	0,5	2,2	3,6	2,6	1,5	3,0	2,2	0,9	1,5	2,7	1,7	2,9	2,6	2,8	2,0	3,3	1,5	1,2	2,3	2,8	2,0	1,4	1,7	2,6	1,3	3,4	2,7	3,5	1,8
6	2,6	2,7	1,5	2,2	4,0	2,8	2,3	3,1	2,3	1,0	1,6	2,7	1,7	3,6	3,7	2,9	2,2	4,1	1,8	1,5	2,3	2,9	2,1	1,8	2,5	2,9	1,9	3,5	2,9	3,7	1,9
7	3,0	3,0	3,4	3,2	4,4	3,3	2,4	3,4	3,0	1,5	2,5	2,8	1,8	3,9	3,7	3,6	2,6	4,4	1,9	1,7	3,1	3,0	2,1	2,9	2,6	3,0	2,1	3,5	3,8	4,3	2,3
8	3,0	3,1	3,7	3,3	4,6	3,7	2,4	3,6	3,0	2,4	3,0	3,3	2,7	4,4	3,9	3,8	2,7	4,4	2,4	1,9	3,2	3,6	3,3	3,4	2,6	3,2	2,7	3,8	4,0	4,8	2,4
9	3,4	3,2	3,9	3,3	4,7	3,8	3,4	3,8	4,0	2,5	3,3	3,5	3,3	4,6	4,0	4,3	2,8	4,4	2,7	2,3	3,6	4,4	3,4	3,4	3,1	3,9	3,2	3,9	4,1	4,8	2,6
10	3,9	3,6	4,0	3,6	4,7	5,0	3,5	4,0	4,5	2,9	3,7	4,1	3,8	4,6	4,4	4,4	3,6	4,5	2,9	2,4	3,6	4,7	4,1	3,6	3,5	4,4	3,8	4,4	4,4	4,8	2,8
11	3,9	3,8	4,2	3,8	4,9	5,0	4,0	4,4	4,6	2,9	4,0	4,8	4,7	4,8	4,5	4,7	3,7	4,9	4,0	2,8	3,8	4,8	4,1	3,8	4,8	4,4	3,9	4,8	4,6	5,0	2,8
12	4,1	5,7	4,9	3,9	5,3	5,2	4,6	4,6	4,8	3,7	4,9	5,4	5,4	5,3	4,6	5,0	4,0	4,9	4,0	3,0	4,2	5,1	4,9	4,2	5,2	4,6	4,3	5,2	4,6	5,2	2,9
13	5,2	5,7	5,7	4,0	5,5	5,4	4,8	4,9	5,2	4,3	5,4	5,5	5,4	5,6	4,9	5,5	4,8	5,2	4,8	3,5	4,8	5,1	5,1	4,5	5,3	5,1	4,4	5,2	4,8	5,4	4,3
14	5,5	5,8	5,7	4,8	5,5	5,7	5,5	5,4	5,6	5,0	5,6	5,6	5,5	5,6	5,0	5,7	4,9	5,7	5,2	3,9	5,5	5,2	5,5	4,8	5,5	5,6	4,8	5,7	5,0	5,7	4,9
15	5,6	5,8	5,7	4,8	5,4	5,2	5,0	5,7	5,0	5,7	5,8	5,0	5,7	5,1	5,2	4,1	5,8	5,8	5,5	5,6	5,6	5,8	5,2	5,4	5,6	5,5	5,7	5,4	5,4	5,2	4,0
16	5,4	5,7	5,4	4,5	5,2	4,8	4,3	5,5	4,8	5,4	5,6	4,7	5,2	4,9	4,7	3,7	4,2	5,4	5,0	5,1	5,3	4,5	3,7	4,3	3,7	5,4	4,7	4,8	5,2	3,6	3,8
17	5,3	5,5	4,7	4,2	4,8	4,3	2,9	5,0	4,6	5,3	4,6	4,1	4,3	3,7	4,6	3,4	3,6	3,5	4,6	5,0	3,2	4,3	2,0	4,2	2,5	5,0	4,7	2,9	5,2	3,3	3,4
18	5,0	5,3	4,7	3,8	4,1	3,7	2,8	3,4	4,1	4,4	4,0	3,4	3,9	3,1	3,9	3,1	3,4	3,1	4,3	4,5	2,9	3,5	1,8	3,1	2,2	4,1	4,7	2,6	5,1	2,9	2,0
19	4,7	2,3	3,9	3,7	2,9	2,7	2,6	3,1	3,6	2,3	2,9	2,8	2,5	3,0	2,8	2,1	3,0	2,6	3,9	4,4	2,8	2,4	1,7	2,0	2,0	3,5	4,4	2,2	4,7	2,9	1,5
20	4,4	2,0	3,7	3,1	1,8	1,6	2,4	2,3	2,5	1,1	1,7	2,6	2,1	2,0	1,8	1,7	2,6	2,5	2,9	4,3	2,7	2,4	1,1	1,5	1,1	2,5	3,1	2,1	3,8	2,5	0,9
21	2,7	1,7	2,3	2,5	1,8	1,3	1,9	1,2	2,5	0,6	1,7	1,3	1,8	1,3	1,7	1,6	1,9	2,3	2,8	4,0	2,6	0,7	0,8	1,4	0,7	2,0	2,0	2,1	3,0	2,4	0,8
22	1,6	1,6	1,0	0,2	1,3	0,8	1,3	0,5	2,3	0,5	1,4	0,5	1,4	1,0	1,5	0,8	0,0	1,5	1,9	2,9	1,8	0,3	0,8	1,3	0,6	1,7	1,3	0,8	2,2	2,1	0,4
23	0,8	1,1	0,4	0,1	0,9	0,7	1,2	0,2	1,3	0,2	0,4	0,1	0,2	0,7	0,9	0,2	0,0	1,3	0,1	2,7	1,0	0,2	0,6	1,3	0,1	1,5	0,6	0,7	0,4	0,1	0,4

Hora	MES DE NOVIEMBRE CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0,5	0,4	1,4	1,5	1,0	0,3	0,1	1,0	0,8	1,0	1,7	0,3	0,7	0,7	2,3	0,9	1,4	2,4	1,2	0,7	0,3	1,9	3,6	2,0	1,0	1,1	0,3	0,5	1,3	3,4	
1	4,8	3,5	1,9	2,6	1,8	4,2	4,2	2,2	1,8	1,4	1,7	2,1	1,3	2,5	3,2	5,1	3,2	3,7	1,5	3,0	1,3	3,2	3,7	2,0	4,0	4,2	1,8	2,4	4,7	5,0	
2	5,3	4,8	3,0	3,7	2,6	8,8	5,1	3,0	4,0	4,4	2,8	3,0	2,5	4,0	5,6	8,9	4,2	5,3	2,6	5,0	1,8	4,5	5,3	3,1	5,5	4,8	2,1	2,6	6,8	6,0	
3	5,6	6,5	3,7	8,6	4,0	8,8	5,3	3,8	6,0	5,1	3,5	4,4	6,1	5,0	5,7	9,3	6,3	5,7	5,3	5,1	2,5	6,4	5,4	3,2	5,9	5,5	3,4	2,7	7,7	8,6	
4	6,1	6,6	5,4	9,0	4,9	10,0	5,3	3,9	6,0	6,7	3,9	7,1	10,8	5,1	6,5	9,5	6,4	7,9	9,2	5,3	2,7	6,6	6,2	7,9	6,0	6,8	3,8	2,9	7,7	9,4	
5	6,9	6,7	6,1	9,4	5,3	10,8	5,5	4,0	6,1	7,3	4,4	7,4	11,4	5,6	10,3	9,9	7,3	9,6	10,1	5,8	3,0	9,2	7,2	11,5	8,8	6,9	3,9	4,4	7,9	10,4	
6	7,2	6,9	7,4	9,6	5,3	12,1	5,8	5,5	6,3	7,4	5,2	7,7	11,5	5,6	10,8	10,3	8,1	10,2	10,4	6,1	3,5	10,0	8,2	11,8	9,1	7,7	7,0	5,5	8,0	11,6	
7	9,6	7,5	7,6	10,0	5,4	12,4	9,5	6,0	6,9	9,6	10,3	7,9	12,8	6,4	11,4	11,0	9,6	10,7	10,8	7,1	7,4	10,3	9,9	13,2	11,0	8,7	9,4	8,2	11,2	11,8	
8	9,8	8,6	7,7	10,2	7,0	12,5	11,0	6,7	8,1	10,0	11,9	10,4	13,5	8,0	12,6	11,5	10,5	14,0	10,9	7,8	7,9	10,8	11,2	14,4	12,8	9,2	10,5	9,8	11,3	12,7	
9	10,3	9,5	11,8	10,4	8,4	13,0	12,6	7,1	11,2	13,9	15,0	11,9	14,2	9,1	12,6	14,2	10,8	14,2	11,4	8,7	9,7	11,2	13,5	14,5	12,9	10,2	11,0	10,5	12,8	13,7	
10	11,3	9,7	13,0	11,1	9,6	14,9	13,1	12,1	12,0	14,4	15,0	12,1	16,3	10,6	12,7	14,2	11,3	14,2	14,0	10,2	10,2	11,8	14,8	16,3	13,7	10,8	12,8	11,9	15,0	13,8	
11	11,6	13,4	14,6	13,8	10,1	15,4	13,2	12,9	13,6	15,7	15,4	12,9	17,0	12,2	13,6	15,1	14,5	16,3	15,1	11,1	10,3	15,4	14,8	17,4	16,0	12,4	12,8	14,9	15,4	15,4	
12	13,7	16,2	15,9	15,2	11,3	16,3	14,9	15,9	16,2	16,1	17,0	13,6	17,1	14,5	15,3	16,8	15,4	16,7	15,6	11,9	10,7	15,4	15,4	17,5	16,1	13,9	14,5	14,9	16,7	15,8	
13	13,7	17,8	15,9	16,0	15,7	17,6	16,0	16,5	16,4	17,4	17,2	14,7	18,2	14,7	15,9	17,2	16,0	17,7	16,5	11,9	13,6	18,2	16,2	18,1	16,5	16,6	16,2	15,9	17,0	17,4	
14	15,3	18,0	16,9	17,9	17,0	17,7	16,5	18,4	17,2	18,1	18,1	14,8	11,9	16,9	17,5	17,6	18,2	18,2	17,5	13,9	17,1	18,3	16,8	18,3	18,2	16,6	17,6	17,9	17,1	18,5	
15	14,3	17,8	14,1	16,6	18,4	16,6	17,2	18,4	17,5	17,7	16,7	18,5	15,7	16,5	15,7	16,3	18,3	15,6	18,2	18,1	16,4	17,4	11,3	17,5	16,8	17,2	18,2	14,7	16,2	17,9	
16	13,9	17,5	12,9	15,6	17,2	16,4	14,2	16,1	16,0	15,9	14,8	13,1	13,0	16,5	14,8	8,2	11,4	14,7	16,0	15,9	13,9	16,6	9,9	12,9	13,7	16,0	18,0	13,8	14,4	16,7	
17	13,3	16,1	9,0	15,5	16,2	10,0	14,1	13,1	12,0	13,0	13,8	10,5	11,5	15,2	12,8	7,8	11,0	12,9	14,9	12,1	11,8	16,0	8,1	12,3	11,7	12,0	15,5	10,5	10,9	13,6	
18	13,3	14,7	8,0	10,1	14,6	9,4	11,7	9,8	11,6	12,6	13,6	8,8	10,3	10,2	8,2	7,6	10,9	11,3	12,7	9,6	11,8	15,8	6,7	9,5	11,1	11,8	14,0	9,8	7,6	9,6	
19	12,4	13,9	6,7	9,0	13,4	5,5	7,8	7,2	9,9	10,2	13,4	7,0	6,5	9,4	5,2	6,4	10,7	10,0	12,4	9,1	9,5	15,5	5,2	8,9	9,0	10,3	13,6	7,1	7,3	7,6	
20	11,7	9,4	6,3	6,9	7,0	5,3	7,7	6,8	8,9	9,6	10,9	7,0	6,0	7,5	3,7	4,3	7,7	7,3	8,9	8,5	8,8	13,9	1,5	7,3	4,0	9,0	10,1	4,5	4,7	7,1	
21	10,2	7,3	4,7	6,4	4,9	5,2	7,2	5,4	3,3	2,0	9,0	6,7	4,8	6,9	1,2	3,7	5,6	7,0	8,3	7,6	8,4	7,9	1,1	6,9	1,4	5,7	7,7	3,6	3,4	5,8	
22	3,5	2,9	3,0	4,2	3,7	2,6	5,9	2,1	1,4	1,9	6,5	6,3	1,0	6,2	1,1	1,8	5,3	7,0	6,2	1,5	5,3	4,6	0,8	6,4	1,4	4,8	4,5	2,7	1,7	2,2	
23	3,3	1,0	3,0	3,7	1,2	1,7	2,8	1,7	0,4	1,5	0,9	0,3	0,6	2,5	1,1	1,6	3,8	2,5	0,9	1,0	4,6	3,8	0,4	1,5	0,9	4,6	3,8	0,8	0,9	1,4	

	MES DE DICIEMBRE CONSUMO (kWh)																														
	Día																														
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	4,4	9,1	7,6	1,0	2,7	6,7	7,5	5,0	7,0	7,3	1,7	3,9	8,6	7,2	6,3	1,6	1,6	0,6	1,2	2,2	1,8	6,6	1,5	7,6	0,9	0,3	5,2	2,5	2,8	2,3	1,3
1	6,2	11,0	10,4	3,7	4,4	6,9	12,6	7,3	7,6	7,8	7,4	6,6	13,5	8,6	10,5	4,9	1,9	1,0	1,7	3,2	2,8	8,5	1,9	8,8	2,7	1,4	7,8	5,0	19,1	2,6	5,1
2	8,4	12,4	11,0	5,3	5,1	13,1	15,0	9,0	10,5	11,3	13,6	7,2	14,8	8,6	12,4	7,9	7,6	2,4	5,8	3,2	8,9	13,8	6,1	11,9	2,9	13,5	8,4	7,7	26,1	4,9	8,2
3	9,4	14,9	12,4	5,4	9,3	14,1	21,1	9,5	14,9	25,6	14,2	9,6	25,5	9,4	13,1	16,7	15,7	2,8	7,5	7,4	10,4	18,4	8,1	15,1	4,1	14,0	10,9	9,7	26,7	9,2	14,8
4	10,4	16,8	18,7	8,3	9,7	19,0	21,2	10,4	18,0	30,6	23,5	15,7	33,3	12,0	15,9	17,8	15,7	4,1	12,4	8,2	12,4	22,7	16,0	18,3	4,7	14,7	12,4	12,5	27,9	12,4	17,2
5	16,0	23,6	21,9	8,7	15,9	21,8	23,7	13,2	20,6	31,4	23,8	16,4	34,3	12,9	17,3	20,1	18,5	5,6	21,6	12,4	14,2	25,8	25,5	21,1	5,8	18,3	14,7	21,0	28,8	16,6	18,1
6	16,4	28,9	24,3	12,9	18,7	25,9	25,5	13,9	23,3	33,1	26,3	25,0	36,6	21,7	19,8	20,3	18,7	11,4	24,4	14,6	18,2	27,5	26,2	26,1	8,1	24,5	15,5	21,9	33,5	17,1	19,9
7	17,3	29,3	25,8	16,9	19,7	27,5	29,6	16,4	24,2	34,1	30,5	27,7	37,2	21,8	24,4	20,3	19,0	13,5	27,6	14,9	25,4	27,5	28,1	26,8	10,5	24,9	16,6	26,0	35,5	25,6	29,1
8	18,2	29,7	27,6	19,9	19,8	27,5	29,7	17,7	32,5	34,2	35,5	29,5	37,3	23,2	30,6	27,0	20,0	15,8	32,3	20,9	31,1	30,3	32,3	29,0	11,3	25,4	18,0	28,8	35,5	26,8	34,0
9	22,9	30,2	29,0	24,7	22,8	32,7	30,9	23,3	32,5	38,6	37,0	30,1	39,4	27,5	31,7	28,9	25,0	16,4	32,5	21,3	34,0	32,6	33,9	29,4	12,9	25,4	21,9	30,5	38,0	28,5	34,9
10	32,7	30,7	35,9	26,3	29,2	33,1	32,1	29,6	35,4	39,7	38,8	33,3	39,9	28,5	34,1	29,7	33,1	17,4	33,9	28,9	35,4	34,0	34,5	30,2	17,2	26,6	22,4	34,5	39,9	31,7	37,9
11	32,7	31,4	36,4	27,0	33,0	35,0	35,8	30,5	38,4	40,3	39,3	37,8	40,0	31,9	40,5	36,0	33,3	18,8	37,8	31,0	38,1	36,5	35,4	41,5	23,9	34,6	29,0	38,3	40,9	36,0	38,1
12	37,3	31,6	40,5	34,0	40,4	35,9	41,5	31,0	41,7	42,0	41,4	40,5	42,8	34,5	41,1	41,0	39,2	30,3	40,6	32,2	39,9	37,4	38,1	45,4	24,0	35,6	29,1	39,3	41,4	40,8	40,7
13	38,8	38,7	41,2	34,7	46,3	38,4	42,3	31,0	41,8	45,8	42,9	45,8	45,9	36,1	44,1	45,1	45,0	34,6	43,1	44,3	40,4	43,3	43,1	45,5	30,2	40,8	32,8	40,3	41,7	41,5	45,4
14	46,0	45,9	46,7	38,3	46,6	46,8	44,2	32,8	44,5	46,4	43,5	46,6	46,8	40,5	46,1	46,3	45,2	44,2	46,4	45,7	44,3	46,4	45,6	46,1	38,0	45,1	39,2	45,9	45,5	42,9	45,6
15	37,0	45,5	45,4	42,0	46,3	43,1	40,5	45,3	45,3	43,9	43,3	42,8	45,6	42,3	46,5	27,3	27,4	37,4	40,7	42,7	44,0	45,6	41,7	44,2	40,3	41,5	41,3	45,3	42,9	44,5	35,0
16	34,1	44,1	38,0	41,9	43,8	33,2	35,5	36,5	44,9	39,3	33,3	30,6	40,2	26,8	44,0	24,9	27,0	37,0	28,4	25,2	35,1	41,4	41,2	42,8	39,1	40,4	30,3	42,1	40,6	42,6	34,8
17	31,8	43,7	36,5	40,0	37,7	30,9	29,7	13,6	42,4	31,8	29,7	28,4	39,8	23,9	28,5	24,3	26,9	34,1	28,1	19,1	23,5	28,5	34,0	30,5	32,3	36,0	29,3	41,0	38,7	37,8	27,5
18	31,8	38,9	34,4	38,8	32,0	26,6	27,4	12,5	40,7	31,3	23,5	27,6	37,8	19,1	18,8	24,0	26,1	33,9	24,3	18,9	15,0	26,1	32,5	27,3	27,5	35,6	17,7	40,3	33,6	25,9	27,2
19	30,0	32,8	25,3	33,5	21,1	20,6	21,4	11,9	27,6	23,9	20,2	25,8	26,3	10,6	16,7	17,5	21,6	26,4	23,3	18,4	13,7	23,6	24,7	26,9	23,0	28,6	16,6	34,3	32,9	21,2	17,1
20	23,6	27,7	23,7	31,5	20,4	20,3	18,3	8,7	24,3	22,3	18,8	21,1	24,7	8,3	13,8	9,2	21,1	24,1	18,5	9,5	13,2	23,3	24,1	25,9	21,2	15,2	11,4	25,0	21,7	11,2	16,3
21	23,5	26,7	16,1	14,0	14,2	18,1	16,9	8,1	21,9	14,0	14,2	19,7	15,7	7,9	13,2	9,0	19,4	6,4	16,6	5,1	12,4	18,2	21,1	19,5	19,5	13,8	11,4	20,3	13,3	9,3	9,5
22	18,3	18,9	11,7	6,8	11,9	11,7	8,7	8,0	8,2	8,8	9,8	16,7	13,5	4,3	12,6	3,6	1,2	1,4	14,5	3,8	10,1	14,8	18,0	15,4	15,1	13,5	5,3	18,5	12,9	4,0	6,4
23	9,8	4,3	3,6	5,3	9,7	11,0	7,1	1,4	4,9	8,4	7,8	9,4	12,2	2,1	10,7	1,8	0,3	1,0	8,3	3,7	5,6	8,0	10,3	1,3	10,7	3,4	4,8	15,4	4,1	0,6	5,4

PRODUCTIVIDAD HORARIA PARA CADA ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Tabla 11 Productividad horaria inclinación 15° acimut -5°

HORA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	3,08	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	25,1251	76,3994	93,4241	76,7536	41,4953	7,1764	0	0	0
8	0	1,3629	67,0439	147,0854	211,08	238,4536	226,8497	187,0792	139,6703	75,4292	5,9444	0
9	25,2714	113,4749	202,433	282,0972	356,256	391,314	389,5199	352,7755	300,0844	238,3766	151,8209	38,7695
10	209,7865	243,859	324,9246	403,4184	483,283	519,6037	537,6833	508,4926	441,1561	366,6663	261,9694	226,0181
11	304,6274	335,1887	421,1669	491,4294	565,665	627,396	660,6369	624,0388	542,6729	464,5179	361,2686	323,8928
12	367,5133	402,6099	485,9778	543,2504	615,946	685,839	734,0872	703,4797	591,5987	518,7798	419,1341	387,541
13	395,3565	422,037	484,4686	553,6454	627,912	705,4663	758,7272	721,0049	587,3252	513,1203	420,8897	398,4519
14	381,0268	420,9744	490,8442	531,5618	602,109	673,7038	730,8763	687,1249	565,9654	475,4827	383,6294	378,4704
15	151,8132	374,3509	432,5552	461,923	534,018	601,7319	655,5934	616,7469	482,5205	395,1871	149,1644	84,2149
16	74,7208	261,0454	350,0266	378,4088	439,639	505,12	545,7452	505,6282	389,8279	268,2911	77,7469	64,1333
17	43,8284	90,8985	244,8754	269,9774	320,797	366,905	406,3752	363,1012	259,7287	116,1237	38,5924	29,6296
18	2,8567	29,9915	74,1972	153,1222	190,667	229,9913	252,483	208,054	85,3545	17,8024	0,0693	0
19	0	0	5,1128	28,5516	49,2261	61,754	59,8906	41,8726	8,1389	0	0	0
20	0	0	0	0	0,9086	14,6762	13,6675	0,3157	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 12 Productividad horaria inclinación 15° acimut 85°

HORA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	3,08	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	18,0796	46,9469	54,978	45,7996	27,5198	5,5209	0	0	0
8	0	1,3629	32,956	70,2471	118,1719	138,7694	115,9081	74,1664	51,6978	34,2727	5,9444	0
9	25,2714	44,6985	98,3598	175,8757	243,2661	272,0025	253,6765	206,052	157,3341	101,5014	48,9874	28,3976
10	82,2437	127,5967	207,9539	291,9301	369,8926	400,6849	397,012	352,4059	288,5575	217,0707	135,9204	88,8349
11	175,3752	219,4269	309,4168	391,3294	469,315	522,4835	533,3405	483,4368	405,2048	324,4549	230,5765	182,5362
12	250,3039	299,3683	389,8895	465,9655	545,7375	610,5022	637,6216	592,3225	485,8777	404,9122	305,4667	259,4053

13	302,3482	343,189	420,2737	505,2971	590,5515	667,2127	705,0813	653,1063	521,3747	436,9827	339,4314	301,6398
14	318,0716	370,1544	454,4771	515,6459	600,3998	677,2535	726,2409	667,9904	539,077	438,6459	338,4535	316,2698
15	145,3991	355,4628	429,6754	477,4693	568,3986	646,8154	700,3304	646,4458	495,3795	396,1881	147,5705	84,2149
16	74,7208	270,8398	377,762	422,576	505,6898	590,3436	636,5282	580,657	439,3004	297,3586	77,7469	64,1333
17	43,8284	95,8804	297,5819	335,9972	410,4177	477,5925	533,1403	472,2641	334,7036	141,2334	38,5924	29,6296
18	2,8567	29,9915	90,2055	232,5862	290,1822	354,9469	397,5202	331,6544	118,1411	17,8024	0,0693	0
19	0	0	5,1128	28,5516	49,2261	61,754	59,8906	41,8726	8,1389	0	0	0
20	0	0	0	0	0,9086	14,6762	13,6675	0,3157	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 13 Productividad horaria inclinación 15° acimut -95°

HORA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	3,08	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	54,3312	154,239	193,8937	178,1395	106,3755	17,6792	0	0	0
8	0	1,3629	103,0106	213,5595	310,048	361,7614	358,9201	293,3238	205,6824	102,5255	5,9444	0
9	25,2714	133,9954	244,0669	342,8117	443,897	501,2315	509,124	451,297	360,6064	268,0524	161,1225	39,4625
10	201,4859	250,1653	346,0072	440,2706	541,657	596,9425	624,0003	574,343	470,6548	366,2659	247,1084	208,131
11	266,9975	314,3525	413,0434	496,8733	587,495	665,6111	702,9561	644,5208	531,6388	426,4953	312,774	272,3028
12	298,067	352,0132	446,1149	517,4246	602,556	682,9053	728,7742	676,9378	541,8952	443,7664	336,259	299,6994
13	297,0198	345,0062	420,3122	500,4846	584,045	665,8575	709,7321	652,19	507,1605	409,794	312,3736	282,9519
14	258,2426	320,3508	399,5376	457,8728	533,379	605,3278	647,5315	586,2087	459,7054	352,0517	260,5218	241,2564
15	121,0671	260,3909	329,5908	378,2779	450,581	515,3995	549,5721	493,801	364,0329	265,0263	119,9352	84,2149
16	74,7208	168,5299	241,4181	289,1581	352,013	408,5158	428,9747	373,5039	264,2717	160,083	77,7469	64,1333
17	43,8284	77,7854	140,9331	186,5941	239,016	278,4243	293,9321	238,8386	145,9612	69,1691	38,5924	29,6296
18	2,8567	29,9915	56,1638	82,2514	125,171	157,4342	159,3669	107,8385	53,438	17,8024	0,0693	0
19	0	0	5,1128	28,5516	49,2261	61,754	59,8906	41,8726	8,1389	0	0	0
20	0	0	0	0	0,9086	14,6762	13,6675	0,3157	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CURVA HORARIA DE GENERACIÓN PARA 101,52 kWp DE POTENCIA

Tabla 14 Curva horaria de generación para 101,52 kWp

HORA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00:00	0	0	0	327,61	948,57	1170,87	1018,62	585,60	100,62	0	0	0
8:00:00	0	13,84	721,48	1542,30	2256,98	2593,60	2480,12	1996,57	1444,42	767,00	60,35	0
9:00:00	256,56	1081,18	1979,10	2839,92	3659,14	4068,57	4047,33	3591,48	2952,27	2246,21	1372,46	375,84
10:00:00	1861,96	2272,39	3137,52	3991,28	4861,79	5275,81	5444,28	5058,27	4274,30	3435,79	2375,26	1980,13
11:00:00	2735,18	3120,62	4038,55	4814,03	5623,06	6281,66	6588,49	6127,27	5214,44	4336,61	3275,47	2866,57
12:00:00	3302,91	3741,35	4632,95	5291,59	6079,71	6810,26	7252,76	6851,50	5657,87	4828,55	3794,19	3431,23
13:00:00	3546,70	3907,30	4606,96	5371,85	6174,13	6972,30	7456,00	6987,50	5600,69	4759,73	3797,98	3520,33
14:00:00	3386,59	3880,53	4644,86	5149,11	5907,01	6644,91	7165,64	6642,09	5381,55	4393,43	3445,98	3319,59
15:00:00	1438,45	3428,87	4082,68	4472,85	5241,31	5940,64	6428,82	5955,93	4574,26	3630,66	1425,23	854,95
16:00:00	758,57	2396,45	3286,65	3663,12	4331,27	5006,18	5369,85	4887,32	3682,29	2460,59	789,29	651,08
17:00:00	444,95	893,70	2280,53	2621,30	3186,97	3675,52	4036,36	3528,66	2444,89	1088,56	391,79	300,80
18:00:00	29,00	304,47	730,70	1497,47	1932,71	2359,68	2565,80	2052,96	835,11	180,73	0,70	0
19:00:00	0	0	51,91	289,86	499,74	626,93	608,01	425,09	82,63	0	0	0
20:00:00	0	0	0	0	9,22	148,99	138,75	3,20	0	0	0	0
21:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DISTRIBUCIÓN DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

Tabla 15 Distribución de la generación fotovoltaica

	CONSUMO kWh	GENERACION kWh	GENERACION EN P1	GENERACIÓN EN P2	GENERACION EN P3	TOTAL AUTOCONSUMO	ENERGIA A RED
ENERO	31.007	5.506	90	3.288	2.128	5.506	0
FEBRERO	18.817	7.011	240	4.772	1.979	6.990	21
MARZO	11.992	10.600	642	4.877	1.774	7.293	3.307
ABRIL	5.900	12.562	1.700	1.320	1.245	4.266	8.296
MAYO	2.697	15.721	749	663	642	2.054	13.667
JUNIO	2.575	17.273	807	717	554	2.078	15.195
JULIO	2.293	18.786	650	601	560	1.811	16.975
AGOSTO	2.361	16.955	714	597	527	1.838	15.117
SEPTIEMBRE	2.384	12.674	745	541	409	1.695	10.978
OCTUBRE	2.184	9.960	563	473	396	1.432	8.528
NOVIEMBRE	6.776	6.219	82	2.346	980	3.408	2.810
DICIEMBRE	17.754	5.363	60	3.388	1.853	5.301	62
ANUAL	106.740	138.629	7.043	23.583	13.047	43.672	94.956,21

ANEXO IV. INFORME PVSYST



Versión 7.2.4

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: SCA San Francisco

Instalación fotovoltaica de autoconsumo

Cobertizos en un edificio

Potencia del sistema: 102 kWp

Albánchez de Mágina - Spain



José Miguel Vidal Amezcua

Escuela Politécnica Superior de Jaén

Departamento de Ingeniería Eléctrica

UJa.
Universidad de Jaén



PVsyst V7.2.4

VC3, Fecha de simulación:
16/06/22 16:56
con v7.2.4

Proyecto: SCA San Francisco

Variante: simulación 100kw

Resumen del proyecto

Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Albánchez de Mágina	Latitud 37.79 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -3.47 °W	
	Altitud 838 m	
	Zona horaria UTC+1	
Datos meteo		
Albánchez de Mágina		
Meteonorm 8.0 (2001-2017), Sat=100% - Sintético		

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red	Cobertizos en un edificio	Necesidades del usuario
Orientación campo FV	Sombreados cercanos	Valores mensuales
Planos fijos 3 orientaciones	Según las cadenas	
Inclin./azimuts 15 / -5 °	Efecto eléctrico 100 %	
15 / -95 °		
15 / 85 °		
Información del sistema		
Conjunto FV	Inversores	
Núm. de módulos 188 unidades	Núm. de unidades 1 Unidad	
Pnom total 102 kWp	Pnom total 100 kWca	
	Proporción Pnom 1.015	

Resumen de resultados

Energía producida 143.5 MWh/año	Producción específica 1414 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 76.59 %
		Fracción solar (SF) 25.32 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	6
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	7
Resultados principales	9
Diagrama de pérdida	10
Gráficos especiales	11



PVsyst V7.2.4

VC3, Fecha de simulación:
16/06/22 16:56
con v7.2.4

Proyecto: SCA San Francisco

Variante: simulación 100kw

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Orientación campo FV

Orientación	
Planos fijos	3 orientaciones
Inclin./azimut	15 / -5 °
	15 / -95 °
	15 / 85 °

Horizonte

Altura promedio	16.2 °
-----------------	--------

Cobertizos en un edificio

Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos	5 unidades
Tamaños	
Espaciamiento cobertizos	20.3 m
Ancho de colector	6.39 m
Proporc. cob. suelo (GCR)	31.5 %
Ángulo límite de sombreado	
Ángulo límite de perfil	6.7 °

Sombreados cercanos

Según las cadenas	
Efecto eléctrico	100 %

Modelos usados

Transposición	Perez
Difuso	Perez, Meteonorm
Circunsolar	separado

Necesidades del usuario

Valores mensuales

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año	
31.0	18.8	12.0	5.90	2.70	2.58	2.29	2.36	2.38	2.18	6.78	17.8	107	MWh/mes

Características del conjunto FV

Módulo FV

Fabricante	Longi Solar
Modelo	LR5-72 HPH 540 M
(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	540 Wp
Número de módulos FV	188 unidades
Nominal (STC)	102 kWp

Conjunto #1 - Subconjunto #1

Orientación	#1
Inclinación/Azimut	15/-5 °
Número de módulos FV	80 unidades
Nominal (STC)	43.2 kWp
Módulos	4 Cadenas x 20 En series
En cond. de funcionam. (50°C)	
Pmpp	39.5 kWp
U mpp	747 V
I mpp	53 A

Conjunto #2 - Subconjunto #2

Orientación	#2
Inclinación/Azimut	15/-95 °
Número de módulos FV	72 unidades
Nominal (STC)	38.9 kWp
Módulos	4 Cadenas x 18 En series
En cond. de funcionam. (50°C)	
Pmpp	35.5 kWp
U mpp	672 V
I mpp	53 A

Inversor

Fabricante	Huawei Technologies
Modelo	SUN2000-100KTL-M1-480Vac
(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	100 kWca
Número de inversores	1 Unidad
Potencia total	100 kWca

Número de inversores	4 * MPPT 10% 0.4 unidades
Potencia total	40.0 kWca

Voltaje de funcionamiento	200-1000 V
Potencia máx. (>40°C)	110 kWca
Proporción Pnom (CC:CA)	1.08

Voltaje de funcionamiento	200-1000 V
Potencia máx. (>40°C)	110 kWca
Proporción Pnom (CC:CA)	0.97



PVsyst V7.2.4

VC3, Fecha de simulación:
16/06/22 16:56
con v7.2.4

Proyecto: SCA San Francisco

Variante: simulación 100kwp

Características del conjunto FV

Conjunto #3 - Subconjunto #3			
Orientación	#3		
Inclinación/Azimet	15/85 °		
Número de módulos FV	36 unidades	Número de inversores	2 * MPPT 10% 0.2 unidades
Nominal (STC)	19.44 kWp	Potencia total	20.0 kWca
Módulos	2 Cadenas x 18 En series		
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento	200-1000 V
Pmpp	17.77 kWp	Potencia máx. (=>40°C)	110 kWca
U mpp	672 V	Proporción Pnom (CC:CA)	0.97
I mpp	26 A		
Potencia FV total		Potencia total del inversor	
Nominal (STC)	102 kWp	Potencia total	100 kWca
Total	188 módulos	Núm. de inversores	1 Unidad
Área del módulo	481 m²	Proporción Pnom	1.02
Área celular	436 m²		



PVsyst V7.2.4

VC3, Fecha de simulación:
16/06/22 16:56
con v7.2.4

Proyecto: SCA San Francisco

Variante: simulación 100kw

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

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

Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.4 %

Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

Pérdidas de cableado CC

Res. de cableado global 10 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Conjunto #1 - Subconjunto #1

Res. conjunto global 234 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Conjunto #3 - Subconjunto #3

Res. conjunto global 420 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Conjunto #2 - Subconjunto #2

Res. conjunto global 210 mΩ
Frac. de pérdida 1.5 % en STC



PVsyst V7.2.4

VC3, Fecha de simulación:
16/06/22 16:56
con v7.2.4

Proyecto: SCA San Francisco

Variante: simulación 100kwp

Definición del horizonte

Altura promedio 16.2 ° Factor Albedo 0.07
Factor difuso 0.84 Fracción de albedo 100 %

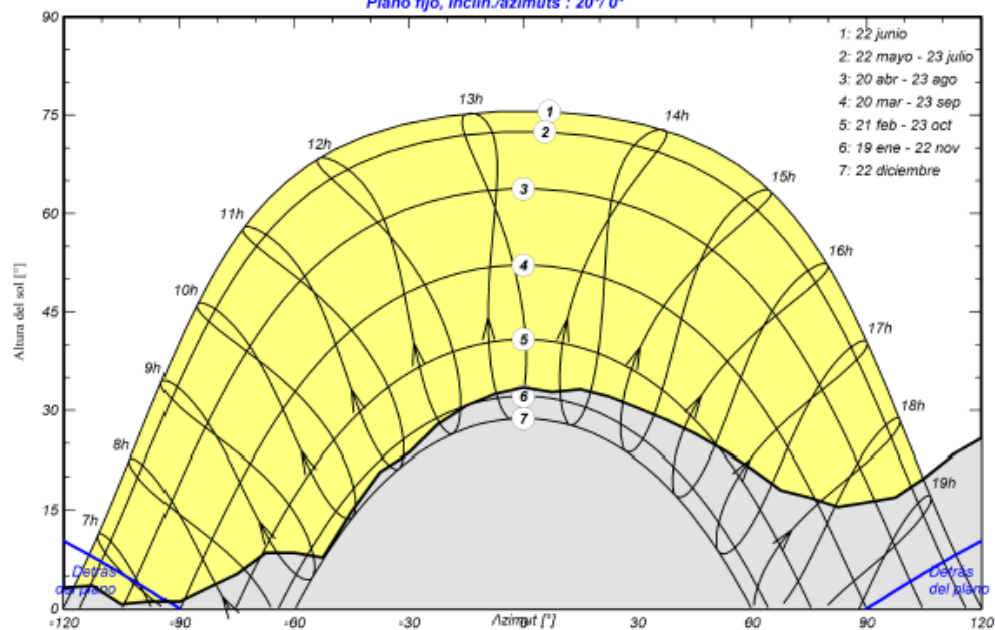
Perfil del horizonte

Azmut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98
Altura [°]	6.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	3.2	3.5	0.7	1.1
Azmut [°]	-90	-83	-75	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8
Altura [°]	1.1	3.2	5.3	8.5	8.5	7.8	14.8	20.8	23.6	27.9	30.7	32.5
Azmut [°]	0	8	15	23	30	38	45	53	60	68	75	83
Altura [°]	33.5	32.8	33.2	32.1	30.4	28.6	26.5	24.0	21.2	18.0	16.9	15.5
Azmut [°]	90	98	105	113	120	128	135	143	150	158	165	173
Altura [°]	16.2	16.9	19.8	23.3	25.8	26.8	26.1	25.8	24.4	20.8	16.6	14.5

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

lat:37.79196689931377, lng:-3.46868097782135, exported by solargis.info at 2021-

Plano fijo, Inclín./azimuts : 20°/ 0°





PVsyst V7.2.4

VC3, Fecha de simulación:
16/06/22 16:56
con v7.2.4

Proyecto: SCA San Francisco

Variante: simulación 100kwp

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

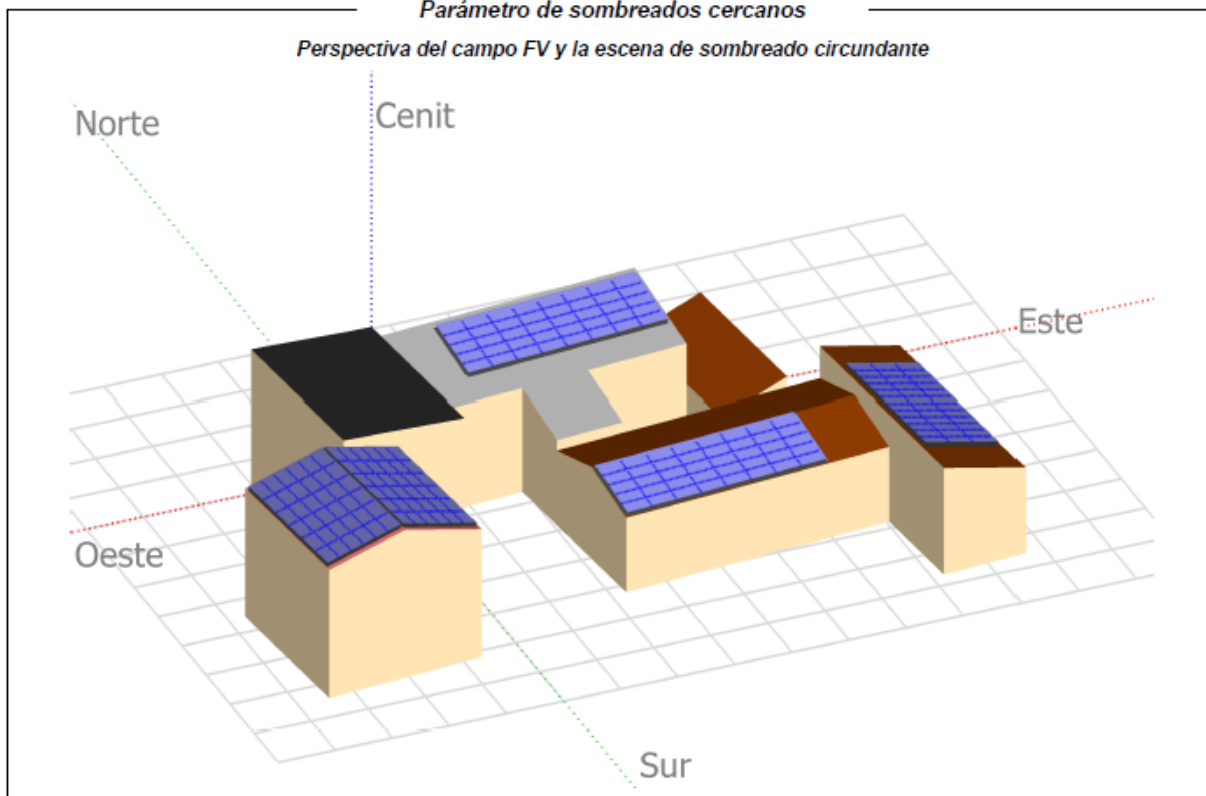


Diagrama de iso-sombreados



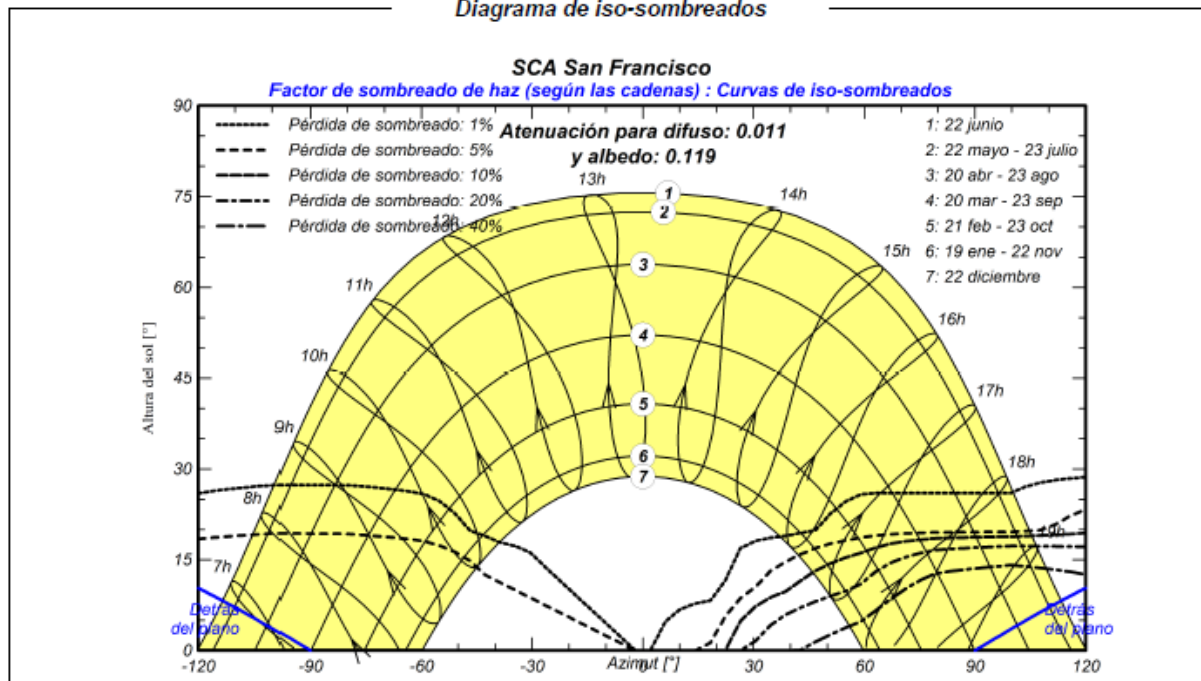
PVsyst V7.2.4

VC3, Fecha de simulación:
16/06/22 16:56
con v7.2.4

Proyecto: SCA San Francisco

Variante: simulación 100kw

Diagrama de iso-sombreados





PVsyst V7.2.4

VC3, Fecha de simulación:

16/06/22 16:56

con v7.2.4

Proyecto: SCA San Francisco

Variante: simulación 100kw

Resultados principales

Producción del sistema

Energía producida

143.5 MWh/año

Producción específica

1414 kWh/kWp/año

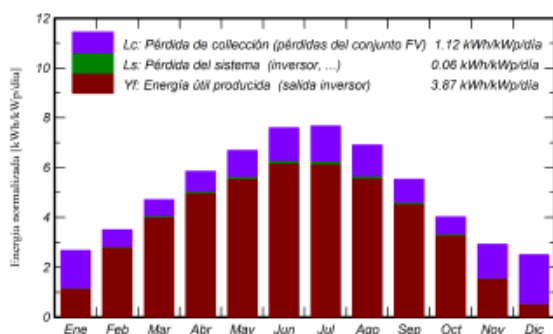
Proporción de rendimiento (PR)

76.59 %

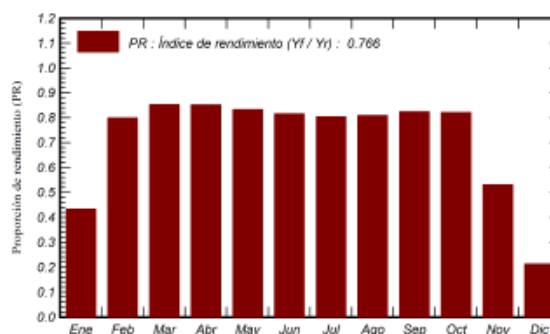
Fracción solar (SF)

25.32 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	E_Solar	E_Grid	EFrGrid
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
Enero	73.2	26.36	4.66	82.9	37.7	3.71	31.01	3.409	0.24	27.60
Febrero	90.4	34.10	6.37	98.1	83.0	8.08	18.82	5.218	2.74	13.60
Marzo	138.8	50.43	9.73	146.0	135.1	12.83	11.99	4.695	7.95	7.30
Abril	171.8	62.52	12.61	175.6	165.3	15.43	5.90	2.817	12.38	3.08
Mayo	208.4	67.76	17.34	207.4	195.8	17.81	2.70	1.441	16.09	1.26
Junio	230.4	64.27	22.63	227.8	216.2	19.17	2.58	1.468	17.39	1.11
Julio	240.1	59.51	25.89	237.8	226.6	19.74	2.29	1.245	18.16	1.05
Agosto	211.5	59.56	25.46	214.0	203.4	17.88	2.36	1.230	16.36	1.13
Septiembre	159.3	48.39	20.15	165.9	155.8	14.10	2.38	1.120	12.76	1.26
Octubre	117.0	46.28	15.36	124.8	112.8	10.55	2.18	0.905	9.49	1.28
Noviembre	77.9	27.95	8.51	87.8	49.6	4.81	6.78	1.852	2.88	4.92
Diciembre	67.8	24.68	5.40	77.5	17.7	1.72	17.75	1.624	0.05	16.13
Año	1786.6	571.81	14.56	1845.6	1599.0	145.82	106.74	27.024	116.49	79.72

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_User Energía suministrada al usuario

E_Solar Energía del sol

E_Grid Energía inyectada en la red

EFrGrid Energía de la red



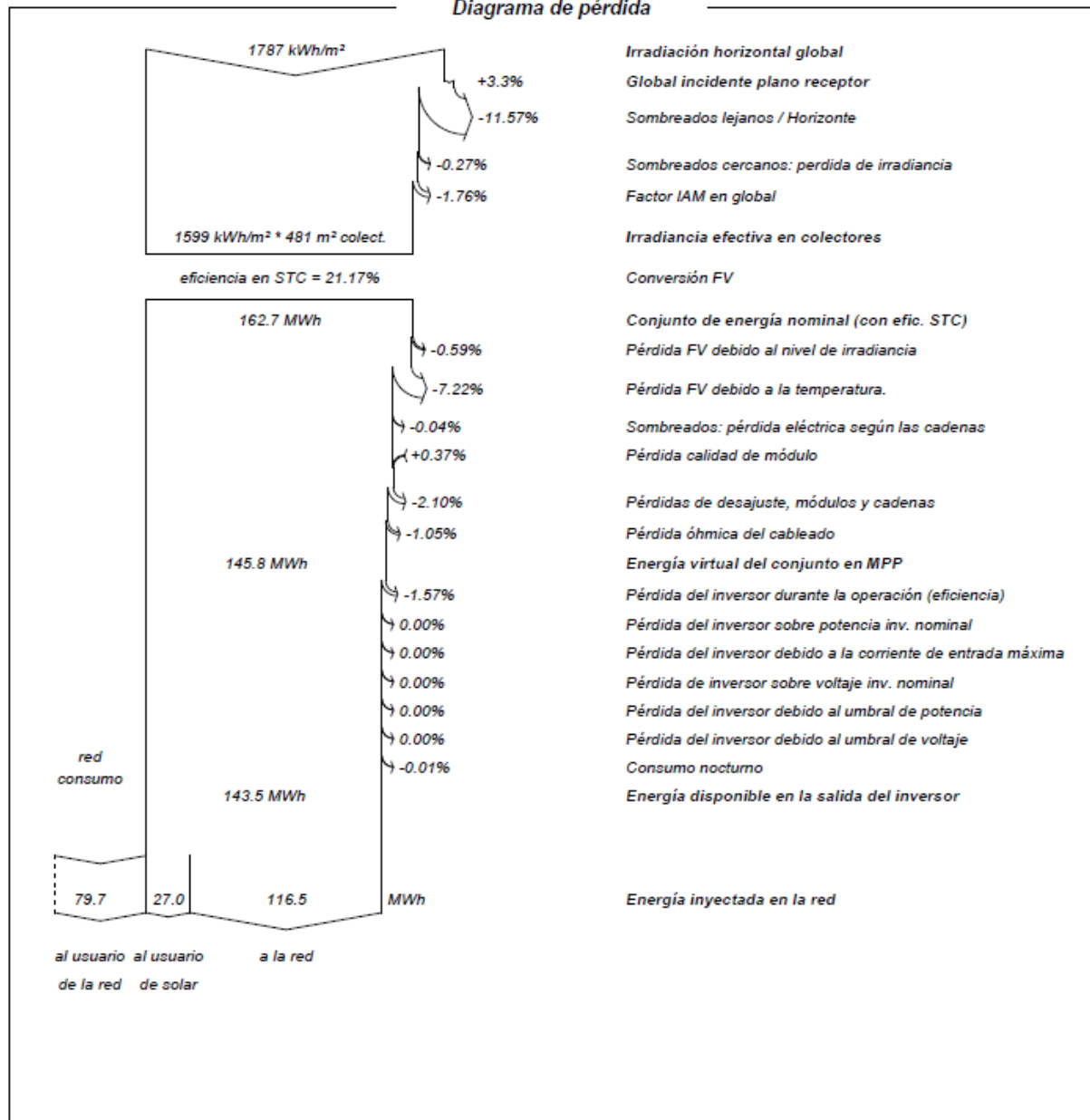
Proyecto: SCA San Francisco

Variante: simulación 100kw

PVsyst V7.2.4

VC3, Fecha de simulación:
16/06/22 16:56
con v7.2.4

Diagrama de pérdida





PVsyst V7.2.4

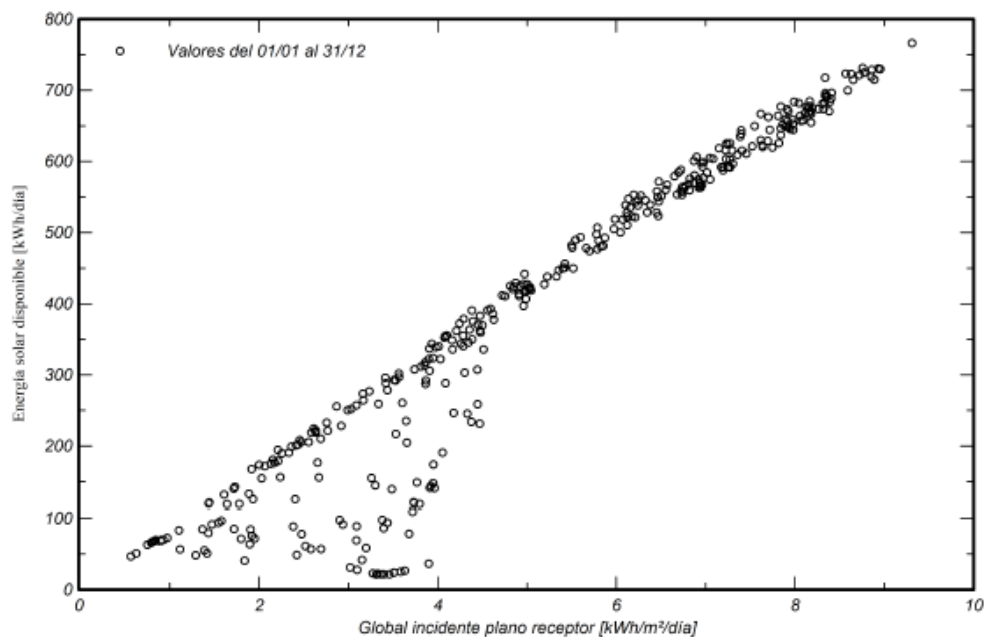
VC3, Fecha de simulación:
16/06/22 16:56
con v7.2.4

Proyecto: SCA San Francisco

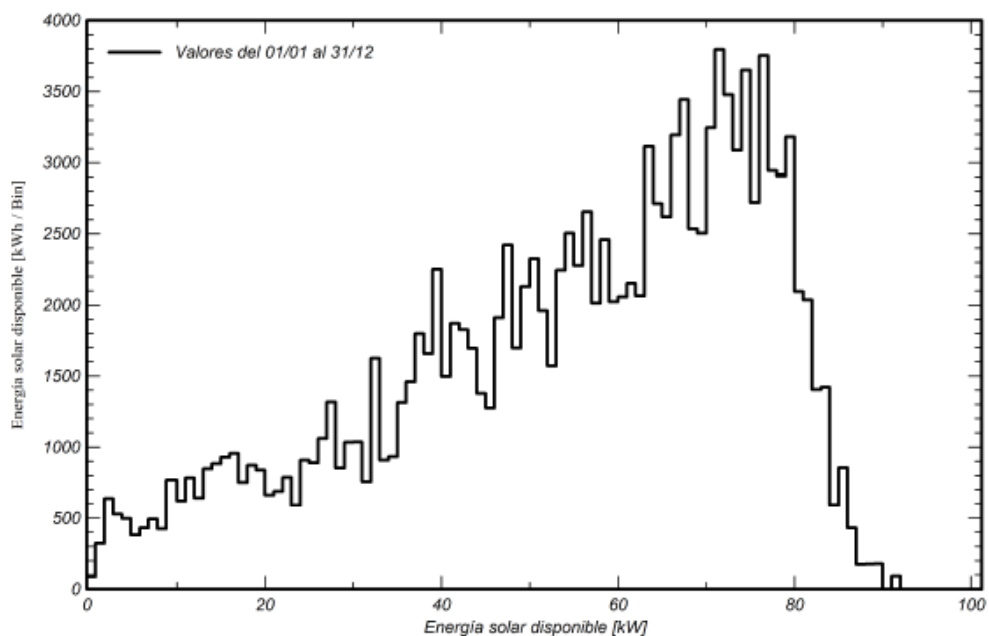
Variante: simulación 100kw

Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



ANEXO V. FICHAS TÉCNICAS

Hi-MO **5m**

LR5-72HPH 525~550M

- 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
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability

12 12-year Warranty for Materials and Processing

25 25-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



Hi-MO 5m

LR5-72HPH 525~550M

21.5%
MAX MODULE
EFFICIENCY

0~+5W
POWER
TOLERANCE

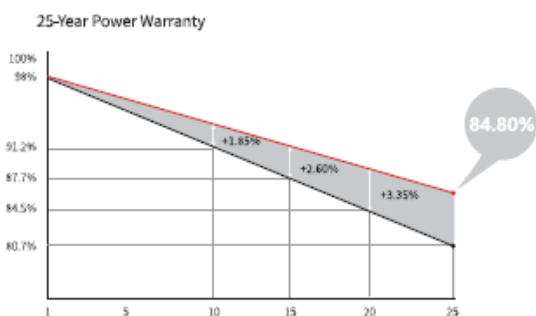
<2%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.55%
YEAR 2-25
POWER DEGRADATION

HALF-CELL

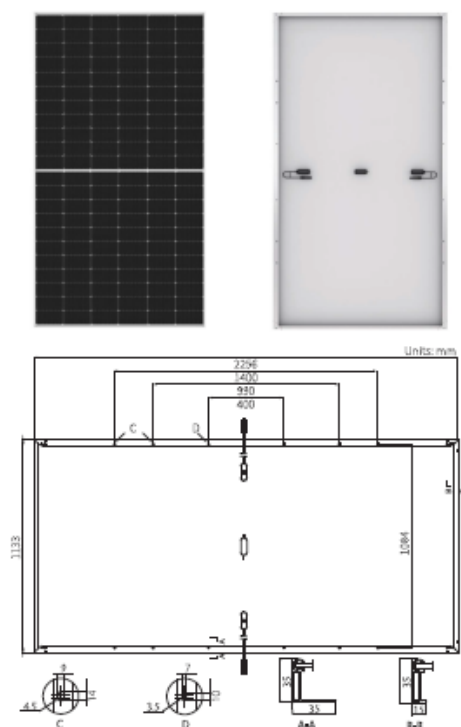
Lower operating temperature

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	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	27.2kg
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 P_{max} ± 3%

Power Class	525	530	535	540	545	550
Maximum Power (Pmax/W)	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.05	49.20	49.35	49.50	49.65	49.80
Short Circuit Current (Isc/A)	13.65	13.71	13.78	13.85	13.92	13.98
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.20	41.35	41.50	41.65	41.80	41.95
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.75	12.82	12.90	12.97	13.04	13.12
Module Efficiency(%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5

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	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2

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	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C

SUN2000-100KTL-M1 Smart String Inverter



10
MPP. Seguidor



98.8% (@ 480V)
Max. Eficiencia



Gestión de
nivel de cadena



Diagnóstico inteligente
de curvas I-V admitido



MBUS
Soportado



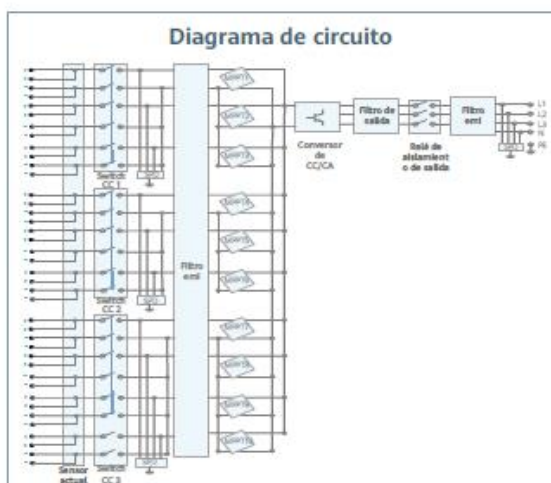
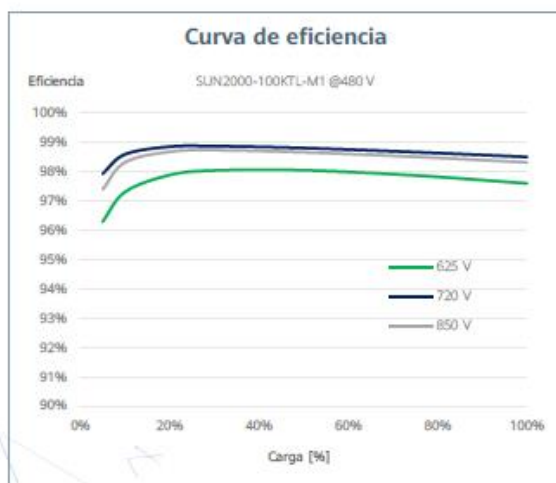
Diseño
Sin fusible



Protección contra rayos
Para DC y AC



IP66
Protección



SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

SUN2000-100KTL-M1
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-100KTL-M1
Eficiencia	
Máxima eficiencia	98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V
Eficiencia europea ponderada	98.6% @480 V, 98.4% @380 V / 400 V
Entrada	
Tensión máxima de entrada ¹	1,100 V
Corriente de entrada máxima por MPPT	26 A
Corriente de cortocircuito máxima	40 A
Tensión de arranque	200 V
Tensión de funcionamiento MPPT ²	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac, 570 V @380 Vac
Cantidad de MPPTs	10
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2
Salida	
Potencia activa	100,000 W
Max. Potencia aparente de CA	110,000 VA
Max. Potencia activa de CA (cosφ = 1)	110,000 W
Tensión nominal de salida	480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad nominal de salida	120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V, 152.0 A @380 V
Max. Intensidad de salida	133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V, 168.8 A @380 V
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo
Distorsión armónica total máxima	< 3%
Protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobrentensión de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Type II
Descargador de sobretensiones de CA	Type II
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Comunicación	
Display	Indicadores LED, Bluetooth + APP
RS485	Sí
USB	Sí
Monitorización de BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)
Datos generales	
Dimensiones (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Peso (Incluida ménsula de montaje)	90 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C
Enfriamiento	Enfriamiento de aire inteligente
Max. Altitud de operación	4,000 m
Humedad de operación relativa	0 ~ 100%
Conector CC	Staubli MC4
Conector CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	< 3.5 W

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)

Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica	VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

* 1 El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.

* 2 Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

Version No.:03-(20200622)

SOLAR.HUAWEI.COM/ES/



BUREAU
VERITAS

ATTESTATION of conformity with European Directives

Attestation Number: 1988AB0827N057002

Product: SOLAR INVERTER

Brand Name: HUAWEI

Model: SUN2000-100KTL-M1

Additional Model: SUN2000-100KTL-INM0

Applicant: Huawei Technologies Co., Ltd.

Address: Administration Building, Headquarters of Huawei Technologies Co., Ltd.,
Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129, China

Parameter	SUN2000-100KTL-M1	SUN2000-100KTL-INM0
Input	DC 200-1000V, 26A*10 112200W	DC 200-1000V, 26A*10 112200W
Output	220Vac/380Vac, 230Vac/400Vac, 3(N)W+PE 277Vac/480Vac ; 3W+PE, 50/60Hz, 100kW	240Vac/415Vac, 3(N)W+PE 277Vac/480Vac ; 3W+PE, 50/60Hz, 100kW
Max	168.8A for 380Vac, 160.4A for 400Vac, 133.7A for 480Vac, 110kVA	154.6A for 415Vac, 133.7A for 480Vac, 110kVA
Power	110kW	110kW
RS485	Support	Support
MBUS	Support	Support
USB Smart Dongle	Support	Support

The submitted sample of the above equipment has been tested for **CE** marking according to following European Directive and standards:

-Electromagnetic Compatibility Directive 2014/30/EU

Standards	Report Number	Report date
EN 55011:2016 + A1:2017 (Group 1) EN 62920:2017 EN 61000-6-3:2007 + A1:2011 (Telecom Port) * EN 61000-6-4:2007 + A1:2011 (Telecom Port) EN 61000-3-12:2011, EN 61000-3-11:2001 EN 61000-6-2:2005	CE190827N057	Aug. 30, 2019

* The MBUS communication mode or AC 480V power supply mode of Solar Inverter is not apply to this standard.

The referred test report(s) show that the product complies with standard(s) recognized as giving presumption of compliance with the essential requirements in the specified European Directive.

This verification does not imply assessment of the production of the product. The **CE** marking may be affixed if all relevant and effective European Directives with **CE** are applicable.

Assistant Manager
EMC Department




Name: Madison Luo
Data: Aug. 30, 2019

This document shall not be reproduced, except in full, without the written approval of
Bureau Veritas Shenzhen Co., Ltd.

Information given in this document is related to the tested specimen of the described electrical sample.

Bureau Veritas Shenzhen Co., Ltd.
Dongguan Branch

No. 34, Chenwulu Section, Guantai Rd.,
Houjie Town, Dongguan City,
Guangdong 523942, China

Tel.: +86 769 8998 2098
Fax: +86 769 8593 1080
Email: customerservice_dg@cn.bureauveritas.com

Smart Power Sensor



Preciso

Precisión de medición: Clase 1



Fácil y sencillo

Pantalla LCD, fácil de configurar y comprobar



Energía eficiente

Consumo general de energía ≤ 1 W

Especificaciones técnicas		DDSU666-H	DTSU666-H 250A/50mA
Datos generales			
Dimensiones (alto x anchura x profundidad)	100 x 36 x 65.5 mm		100 x 72 x 65.5 mm
Tipo de montaje	DIN35 Rail		
Peso (incluidos cables)	1.2 kg		1.5 kg
Fuente de alimentación			
Tipo de red eléctrica	1P2W		3P4W
Potencia de entrada (tensión por fase)	176 Vac ~ 288 Vac		
Consumo de energía	≤ 0.8 W		≤ 1 W
Rango de medición			
Tensión de línea	/		304 Vac ~ 499 Vac
Tensión por fase	176 Vac ~ 288 Vac		
Intensidad	0 ~ 100 A		0 ~ 250 A
Precisión de medición			
Tensión	±0.5 %		
Intensidad / Potencia / Energía	±1 %		
Frecuencia	±0.01 Hz		
Comunicación			
Interfaz	RS485		
Velocidad de transmisión en baudios	9,600 bps		
Protocolo de comunicación	Modbus-RTU		
Entorno			
Rango de temperatura de operación	-25 °C ~ 60 °C		
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 °C ~ 70 °C		
Humedad de operación	5 %RH ~ 95 %RH (sin condensación)		
Otros			
Accesorios	RS485 Cable (10 m)		
	1 CT 100 A/40 mA (5 m)	3 CT 250 A/50 mA (5 m)	
			

Versión No.:02-(20190512)

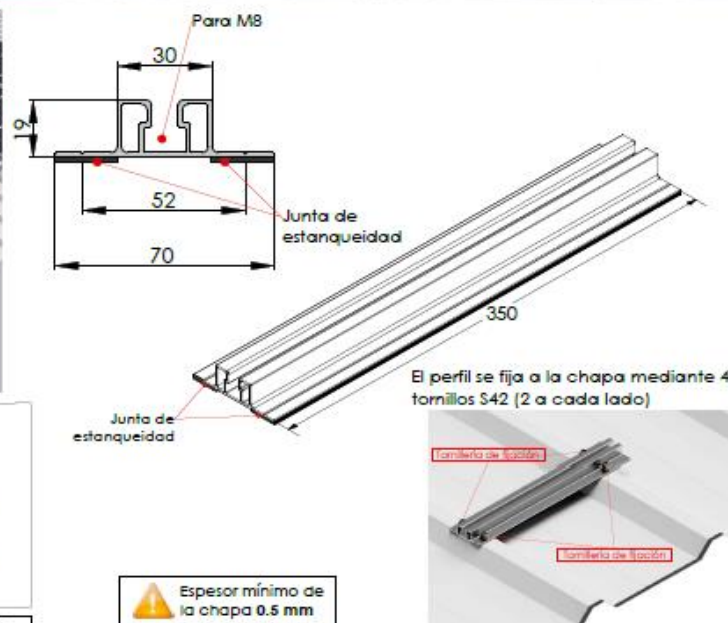
SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

R2-04/22

Ficha técnica

Soporte coplanar microrail para cubierta metálica, vertical

05V



- Válido para cubiertas metálicas.
- Soporte coplanar para anclaje a chapa, en la parte superior de la greca.
- La fijación incluye junta de estanqueidad y tornillos de anclaje autotaladrante con arandela de sellado sin necesidad de pretaladro.
- Válido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Kits disponibles de 1 a 8 módulos.

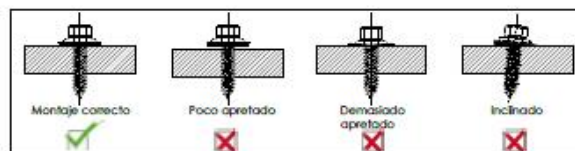
Viento: Hasta 250 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)

Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6
Tornillería presores: Acero inoxidable A2-70
Tornillería fijación: S42 Cincado autotaladrante

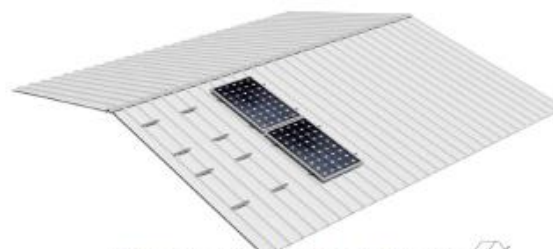
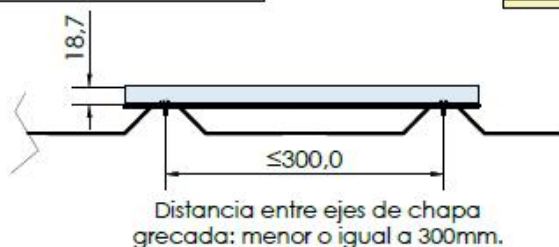
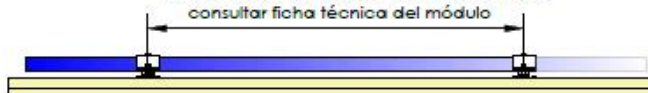
Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.
Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.



Carga de nieve: 40 kg/m²



Para la distancia de anclajes de los módulos consultar ficha técnica del módulo



Perfiles paralelos a la cumbre



Marcado ES19/86524 CE

Herramientas necesarias:



Seguridad:



Con riserva di modifiche - Le illustrazioni dei prodotti sono esempi e possono differire dall'originale.

R2-04/22

Velocidades de viento

Soporte coplanar microrail para cubierta metálica

05V
Sistema kit



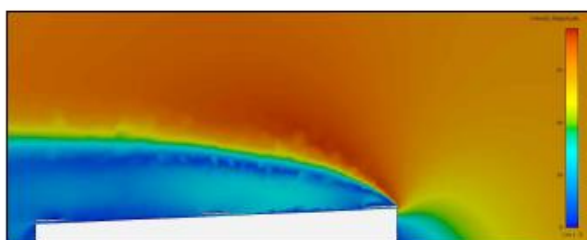
- Cargas de viento: Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- Cálculo estructural: Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento							
Para todos los módulos	1	2	3	4	5	6	nº de módulos
	150	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h

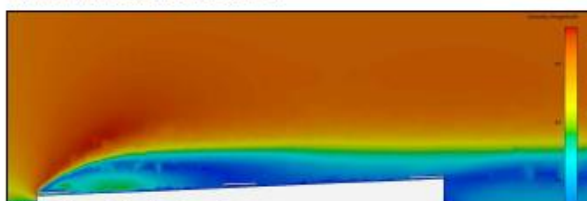
Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles en función del número de módulos.

Velocidad	150	180	210	220	250
150 mm (sin nieve)					
150 mm					
200 mm					
300 mm					

Tabla 2 - Velocidades máximas de viento admisibles en función de la distancia entre grecas.



Flujo viento norte - En estructura coplanar.



Flujo viento sur - En estructura coplanar.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje.
Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

Marcado ES19/86524 CE

R1-12/20

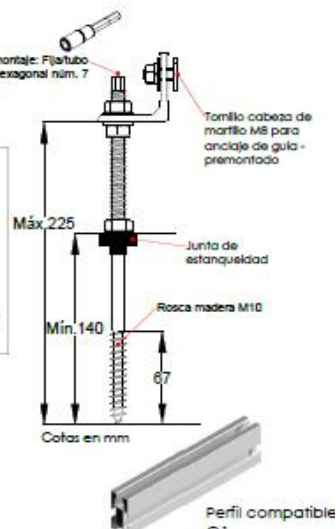
Ficha técnica

Soporte coplanar continuo atornillado para cubierta de teja

01V



Broca para hormigón N°12
Broca para madera N°9



- Soporte coplanar para anclaje a losa de hormigón y/o madera.
- Válido para todo tipo de tejas, excepto pizarra.
- Sin necesidad de desmontar la cubierta.
- La fijación incluye junta de estanqueidad.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Válido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento).

Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6
Tornillería de acero inoxidable A2-70

Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.

Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

Dos opciones:

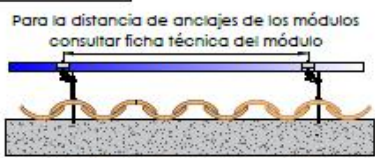
Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema Kit

2279x1150 **Kit** (Ver página 2)

Para módulos de hasta 2400x1350 - Sistema PS

2400x1350 **PS** (Ver página 3)

Carga de nieve: 40 kg/m²



Nota
La fijación L no se debe montar hasta haber fijado el anclaje.

*Para losa de hormigón, se recomienda utilizar taco químico.

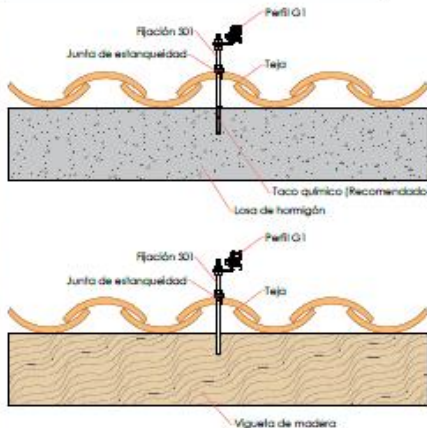
*Para anclaje a madera se recomienda un pretaladro con una broca del núm. 9



Perfiles paralelos a la cumbrera



Perfiles perpendiculares a la cumbrera



Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

Herramientas necesarias:



Seguridad:



100% Reciclable

Marcado ES19/86524 CE

Reservado el derecho a efectuar modificaciones - Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

R1-04/21

Velocidades de viento

Soporte coplanar continuo atornillado para cubierta de teja

01V
Sistema kit

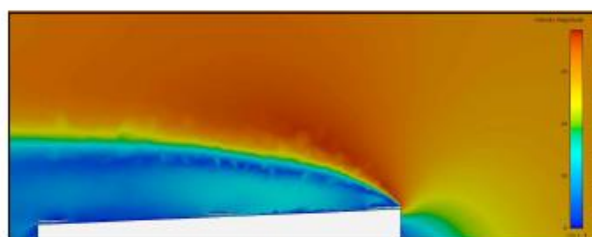


- Cargas de viento: Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- Cálculo estructural: Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

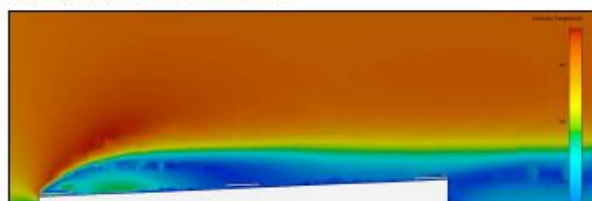
Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento							
Tamaño del módulo	1	2	3	4	5	6	nº de módulos
2000x1000	150	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h
2279x1150	150	150	150	150	150	150	

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados.



Flujo viento norte - En estructura coplanar.

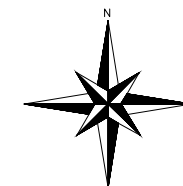


Flujo viento sur - En estructura coplanar.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje. Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

Marcado ES19/86524 CE

ANEXO VI. PLANOS



CALLE: Plaza de la Constitución, 5
LOCALIDAD: Albánchez de Mágina
PROVINCIA: Jaén
PAÍS: España
COORDENADAS: N 37° 47' 31.349" O 3° 28' 6.685"

REALIZADO POR:
José Miguel Vidal Amezcua

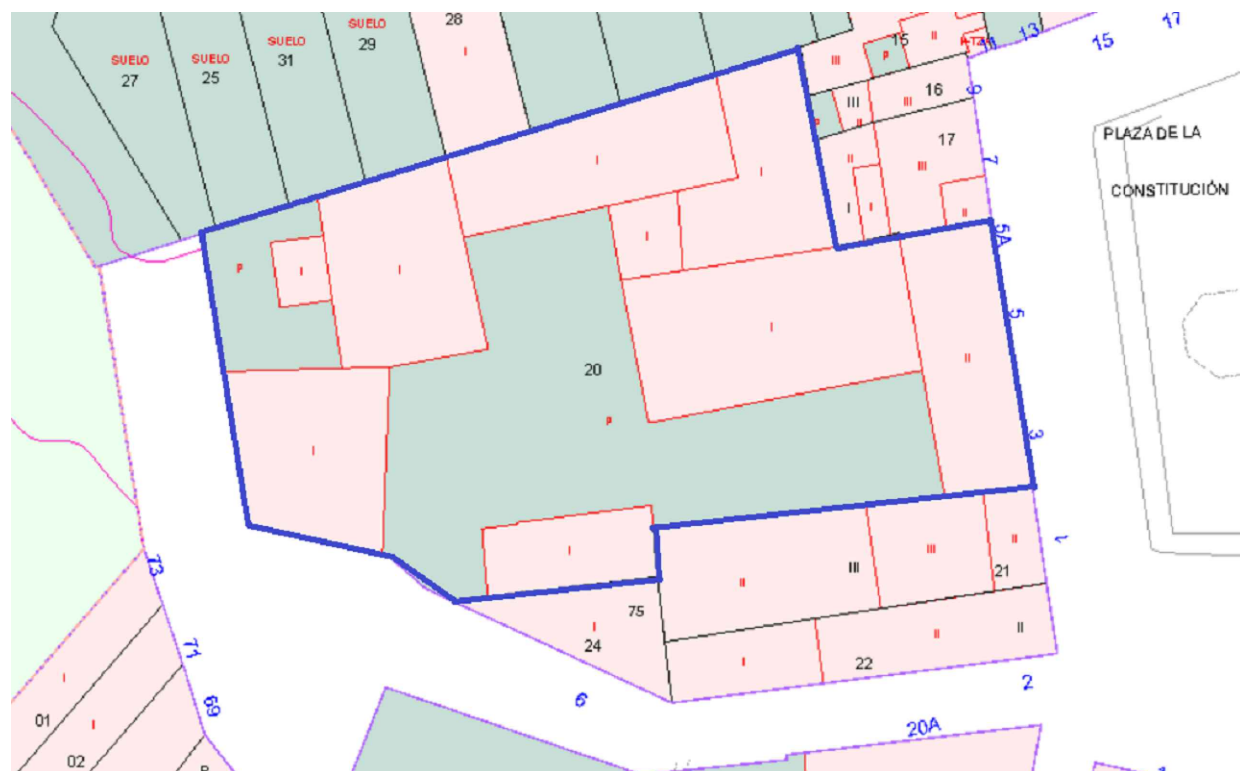
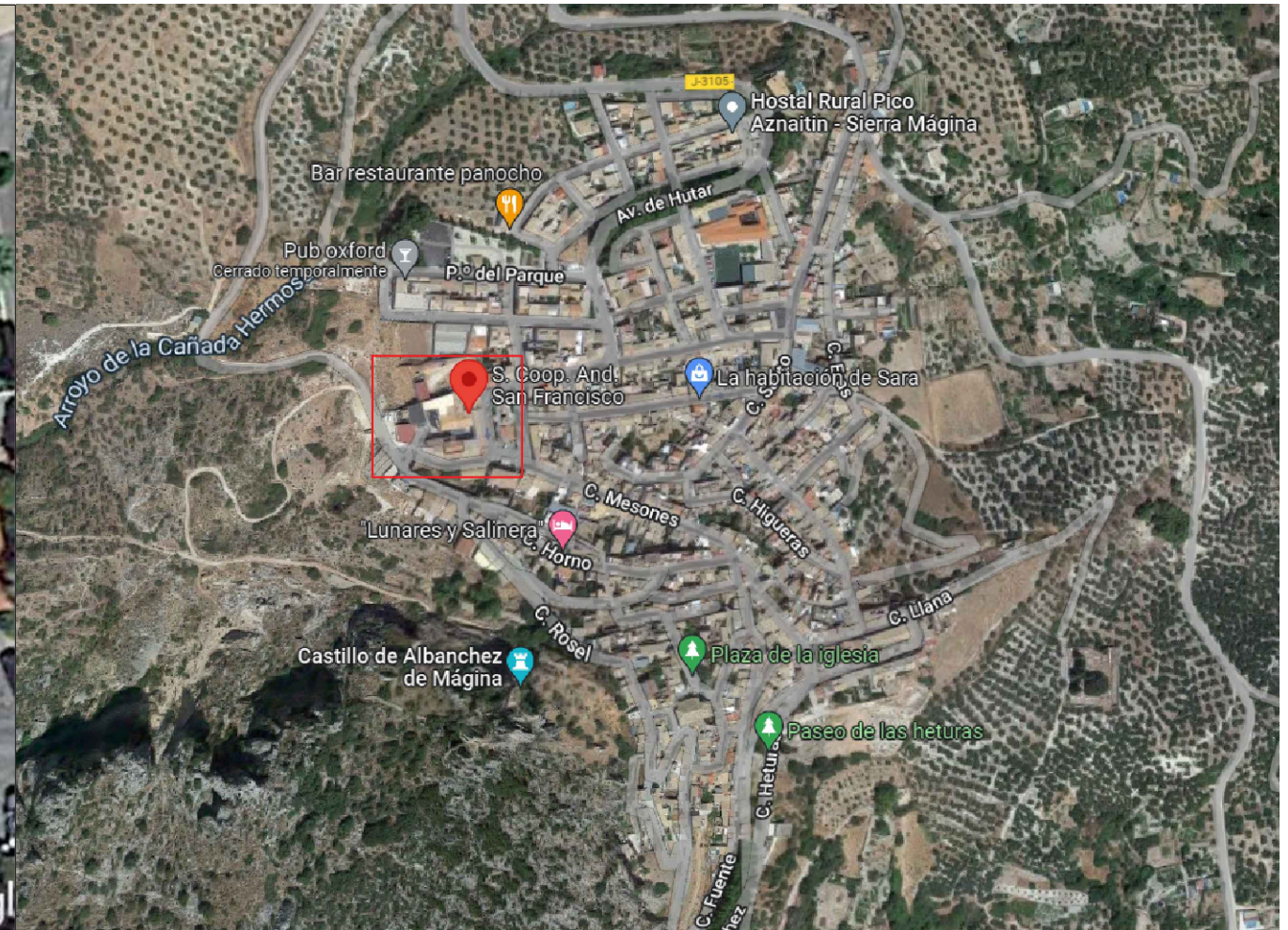
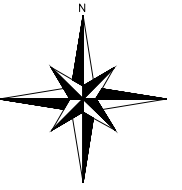
TÍTULO:
Plano de situación

Fecha:
23/06/2022

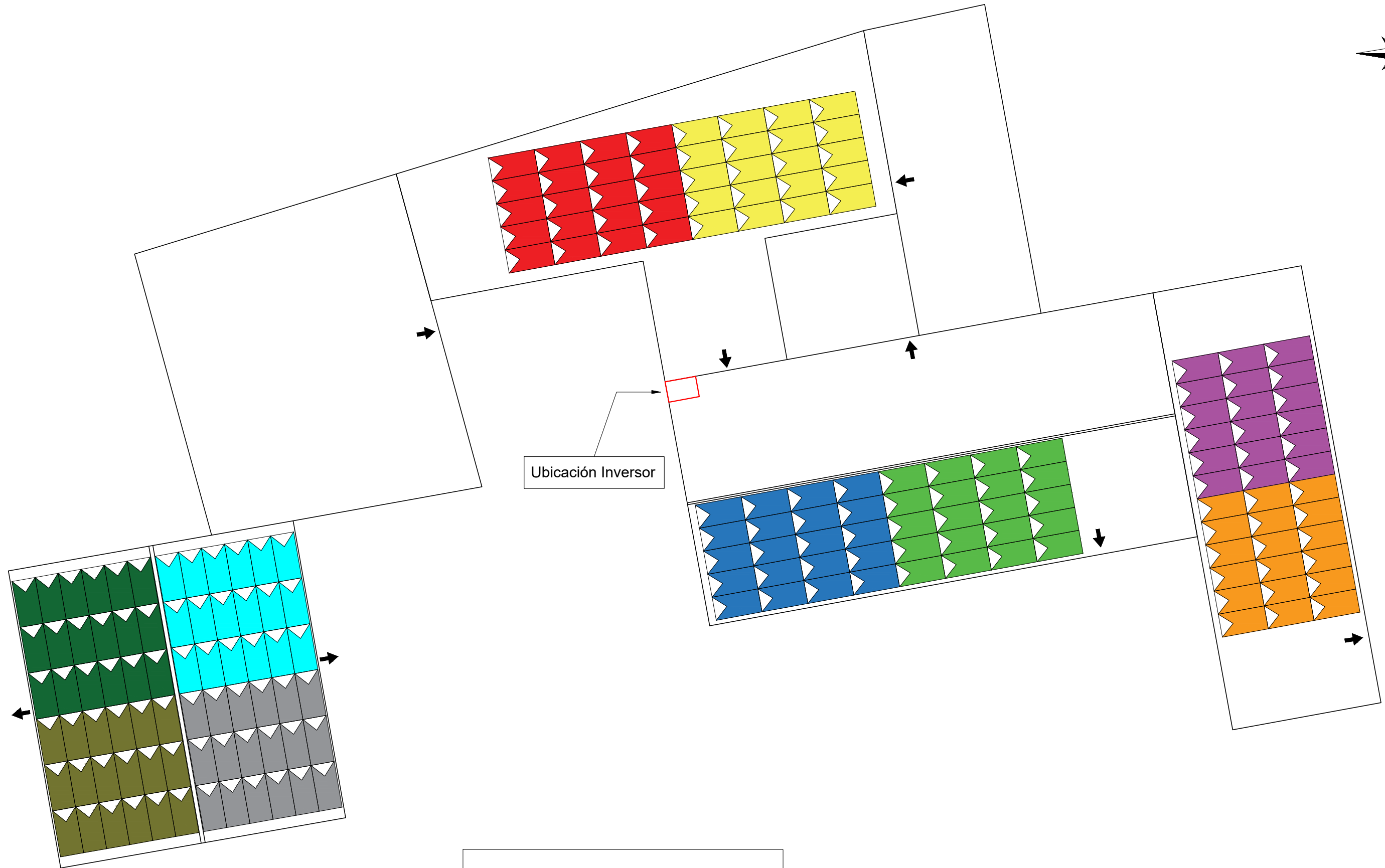
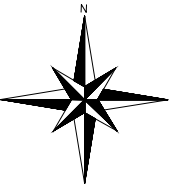
PROYECTO:
Instalación fotovoltaica de 101,52 kWp de autoconsumo
con excedentes para una sociedad cooperativa oleícola en
Albánchez de Mágina



Escala:
-
PLANO:
1



REALIZADO POR: José Miguel Vidal Amezcua	TÍTULO: Plano de emplazamiento	Fecha: 23/06/2022
PROYECTO: Instalación fotovoltaica de 101,52 kWp de autoconsumo con excedentes para una sociedad cooperativa oleícola en Albánchez de Mágina		Escala: -
		PLANO: 2



- | | |
|----------|-----------|
| ▶ MPPT 1 | ▶ MPPT 6 |
| ▶ MPPT 2 | ▶ MPPT 7 |
| ▶ MPPT 3 | ▶ MPPT 8 |
| ▶ MPPT 4 | ▶ MPPT 9 |
| ▶ MPPT 5 | ▶ MPPT 10 |

REALIZADO POR:
José Miguel Vidal Amezcua

TÍTULO:
Plano de disposición general del generador

Fecha:
23/06/2022

PROYECTO:
Instalación fotovoltaica de 101,52 kWp de autoconsumo
con excedentes para una sociedad cooperativa oleícola en
Albanchez de Mágina

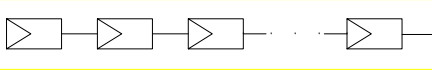


Escala:
-

PLANO:
3

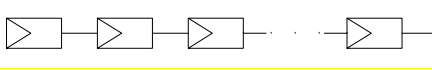
LONGI Solar LR5-72HPH-540M

Serie de 20 módulos de 540 Wp



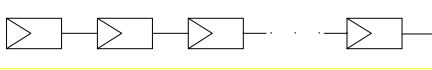
1 x 6 mm² H1Z2Z2-K 1.8/1.8 kV al aire,
instalación en interior de tubos

Serie de 20 módulos de 540 Wp



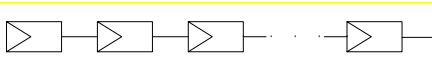
1 x 6 mm² H1Z2Z2-K 1.8/1.8 kV al aire,
instalación en interior de tubos

Serie de 20 módulos de 540 Wp



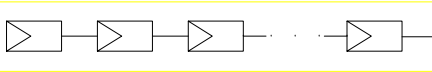
1 x 6 mm² H1Z2Z2-K 1.8/1.8 kV al aire,
instalación en interior de tubos

Serie de 20 módulos de 540 Wp



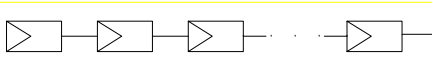
1 x 6 mm² H1Z2Z2-K 1.8/1.8 kV al aire,
instalación en interior de tubos

Serie de 18 módulos de 540 Wp



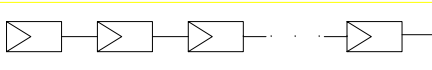
1 x 6 mm² H1Z2Z2-K 1.8/1.8 kV al aire,
instalación en interior de tubos

Serie de 18 módulos de 540 Wp



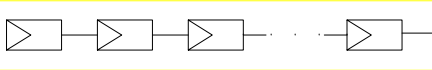
1 x 6 mm² H1Z2Z2-K 1.8/1.8 kV al aire,
instalación en interior de tubos

Serie de 18 módulos de 540 Wp



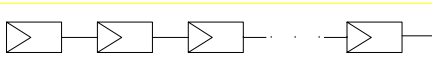
1 x 6 mm² H1Z2Z2-K 1.8/1.8 kV al aire,
instalación en interior de tubos

Serie de 18 módulos de 540 Wp



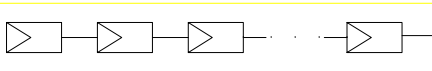
1 x 6 mm² H1Z2Z2-K 1.8/1.8 kV al aire,
instalación en interior de tubos

Serie de 18 módulos de 540 Wp



1 x 6 mm² H1Z2Z2-K 1.8/1.8 kV al aire,
instalación en interior de tubos

Serie de 18 módulos de 540 Wp

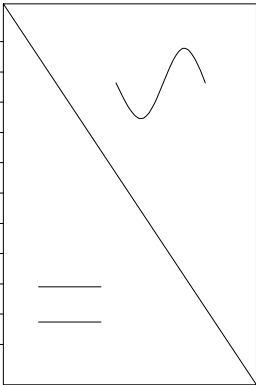


1 x 6 mm² H1Z2Z2-K 1.8/1.8 kV al aire,
instalación en interior de tubos

HUAWEI SUN2000-100KTL-M1

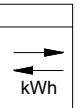
100 kWn
10 MPPT / 2 entradas por MPPT
Dispositivo de desconexión a la entrada
Protección anti-isla
Protección contra sobrecorriente de CA
Protección contra polaridad inversa CC
Descargador de sobretensiones CC
Descargador de sobretensiones CA
Detección de resistencia de aislamiento
Monitorización de corriente residual

MPPT 1
MPPT 2
MPPT 3
MPPT 4
MPPT 5
MPPT 6
MPPT 7
MPPT 8
MPPT 9
MPPT 10



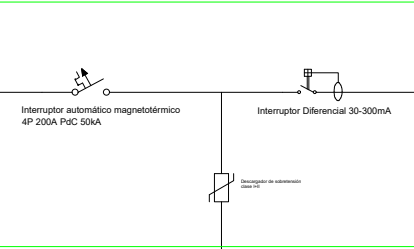
1 x 70 mm² RZ1-k 0.6/1 kV Cu, aislamiento XLPE, ternas
unipolares, instalación en interior de tubos

HUAWEI Power Meter DTSU666-H



Cable de datos FTP LSZH
Cat.6

Cuadro general de baja tensión



Interruptor automático magnetotérmico
4P 200A PwC 50kA

Interruptor Diferencial 30-300mA

Dispositivo de sobretensión
200V AC

Contador bidireccional

kWh

CGP

A cuadro de baja tensión C.T.

REALIZADO POR:

José Miguel Vidal Amezcua

TÍTULO:

Esquema Unifilar: CC/CA

Fecha:

23/06/2022

PROYECTO:

Instalación fotovoltaica de 101,52 kWp de autoconsumo
con excedentes para una sociedad cooperativa oleícola en
Albanchez de Mágina



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escala:

-

PLANO:

4

ANEXO VII. ESTUDIO ECONÓMICO

1. Introducción

Será objeto de este estudio un análisis comparativo de los gastos y los ingresos, supuestos como el ahorro energético en el consumo eléctrico de las actividades que se desarrollan en el edificio, a nivel económico, sin tener en cuenta otros valores de cualquier otra índole como las numerosas ventajas medioambientales y sociales que representa.

Se obtendrá una valoración a futuro en cuanto a la capacidad de amortización de la instalación, siguiendo el marco regulatorio y considerando que las variaciones en costes e ingresos de la instalación a lo largo del tiempo evolucionarán de forma similar sin que ello suponga una penalización a la amortización, es decir, se mantendrá una evolución de los precios actuales durante todo el desarrollo matemático como una constante en el tiempo de la vida útil de la instalación, a considerar de 25 años.

Se utilizará una situación típica de financiación mediante capitales ajenos y propios, con el fin de mostrar una viabilidad realista del proyecto.

2. Datos de partida

Tabla 16 Datos generales

Datos generales	
Potencia de la instalación (kWp)	101,52
Coste instalación (€/kWp)	1.024,79 €
Coste total de la inversión (€)	104.036,68 €
Recursos propios para la financiación del proyecto (% de la inversión inicial)	40,00%
Recursos ajenos para la financiación del proyecto (% de la inversión)	50,00%
Recursos procedentes de subvenciones para la financiación del proyecto (% de la inversión)	10,00%
Producción eléctrica (kWh/kWp·año)	1.365,5
Impuestos	21%
Vida útil del proyecto en años	25
Coste de la financiación (coste de capital o pasivo)	4,50%

Tabla 17 Datos de explotación

Datos de explotación	
Producción eléctrica inyectada a la red (kWh/año)	94.956,21
Tarifa de venta a la red eléctrica (€/kWh)	0,22 €
Tasa de variación interanual precio electricidad (%)	2,00%
Tasa de variación interanual de degradación o pérdida de potencia de la instalación (%)	0,80%
Gastos Operación y mantenimiento, seguros, gastos generales (% de la inversión inicial)	1,00%
Tasa de variación interanual de los gastos/costes: Operación y Mantenimiento, gastos generales.	1,50%

Tabla 18 Datos de financiación

Financiación	
Préstamo	
Importe inicial de la deuda	52.018,34 €
Amortización en años	15
Tasa de interés	3,00%
Cuota amortización	3.467,89 €
Capitales propios	
Importe inicial de la deuda	41.614,67 €
Amortización al final de proyecto (años)	25
Dividendos sobre el CP	5,00%
Subvención	
Importe inicial de la deuda	10.403,67 €
Periodo de amortización (años)	10
Cuota de amortización anual	1.040,37 €
Amortización Activos	
Importe inicial	104.036,68 €
Periodo de amortización (años)	25
Cuota de amortización fiscal anual	4.161 €

Un proyecto de inversión/financiación es factible económicamente cuando la rentabilidad proporcionada por los activos es superior al coste de su pasivo, es decir, que el valor actual neto (VAN) es mayor que cero y la tasa interna de retorno (TIR) es mayor que el coste del capital de su pasivo.

Así mismo, un proyecto de inversión o financiación es factible financieramente, desde el punto de vista de la liquidez, cuando en todo momento de su horizonte temporal presenta una tesorería acumulada positiva.

3. Análisis económico

Tabla 19. Análisis económico

Cash-Flow de Explotación																										
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Ingresos explotación		16.013,4	15.885,3	15.758,2	15.632,2	15.507,1	15.383,0	15.260,0	15.137,9	15.016,8	14.896,7	14.777,5	14.659,3	14.542,0	14.425,7	14.310,3	14.195,8	14.082,2	13.969,5	13.857,8	13.746,9	13.637,0	13.527,9	13.419,6	13.312,3	13.205,8
-Gastos Explotación		1.040,4	1.056,0	1.071,8	1.087,9	1.104,2	1.120,8	1.137,6	1.154,6	1.172,0	1.189,5	1.207,4	1.225,5	1.243,9	1.262,5	1.281,5	1.300,7	1.320,2	1.340,0	1.360,1	1.380,5	1.401,2	1.422,2	1.443,6	1.465,2	1.487,2
Cash-Flow Explotación (antes de impuestos)		14.973,0	14.829,3	14.686,4	14.544,3	14.402,9	14.262,3	14.122,4	13.983,3	13.844,8	13.707,1	13.570,1	13.433,8	13.298,1	13.163,1	13.028,8	12.895,1	12.762,0	12.629,5	12.497,7	12.366,4	12.235,7	12.105,6	11.976,1	11.847,1	11.718,6
Cash-Flow Explotación (después de impuestos)		16.658,4	11.828,7	11.715,2	11.602,3	11.490,0	11.378,3	11.267,2	11.156,7	11.046,8	10.937,4	10.828,6	10.720,4	10.612,7	10.505,5	10.398,9	10.292,7	10.187,1	10.082,0	9.977,3	9.873,2	9.769,5	9.666,2	9.563,4	9.461,1	9.359,2
Dimensión Financiera de la inversión																										
	-A (Inversión)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25
	-104.036,7	11.828,7	11.715,2	11.602,3	11.490,0	11.378,3	11.267,2	11.156,7	11.046,8	10.937,4	10.828,6	10.720,4	10.612,7	10.505,5	10.398,9	10.292,7	10.187,1	10.082,0	9.977,3	9.873,2	9.769,5	9.666,2	9.563,4	9.461,1	9.359,2	9.257,7
	-104.036,7	- 92.208,0	-80.492,8	-68.890,5	-57.400,6	-46.022,3	-34.755,1	-23.598,4	-12.551,6	-1.614,2	9.214,4	19.934,8	30.547,5	41.053,0	51.451,9	61.744,6	71.931,7	82.013,7	91.991,0	101.864,2	111.633,7	121.299,9	130.863,3	140.324,4	149.683,6	158.941,3

Tasa Interna de Retorno (TIR)	9,46%
Valor Actual Neto (VAN)	99.228,51 €
Tasa Interna de Retorno neta (TIR _{neto})	7,27%

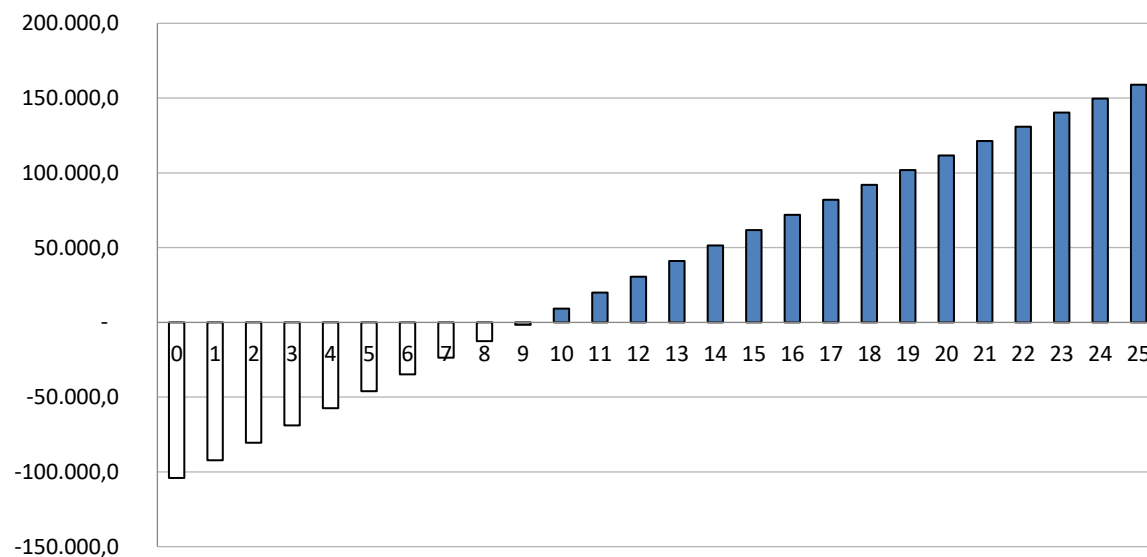


Figura 11 Dimensión financiera de la inversión

4. Coste de la financiación

Tabla 20 Coste de la financiación

Subvenciones																									
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Importe Subvención	10.403,7	9.363,3	8.322,9	7.282,6	6.242,2	5.201,8	4.161,5	3.121,1	2.080,7	1.040,4															
Cuota Amortización Subvención	1.040,4	1.040,4	1.040,4	1.040,4	1.040,4	1.040,4	1.040,4	1.040,4	1.040,4	1.040,4															
Préstamo																									
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Saldo Inicial (1/1)	52.018,3	48.550,5	45.082,6	41.614,7	38.146,8	34.678,9	31.211,0	27.743,1	24.275,2	20.807,3	17.339,4	13.871,6	10.403,7	6.935,8	3.467,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Intereses	1.560,6	1.456,5	1.352,5	1.248,4	1.144,4	1.040,4	936,3	832,3	728,3	624,2	520,2	416,1	312,1	208,1	104,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Amortización Financiera	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	3.467,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saldo Final (31/12)	48.550,5	45.082,6	41.614,7	38.146,8	34.678,9	31.211,0	27.743,1	24.275,2	20.807,3	17.339,4	13.871,6	10.403,7	6.935,8	3.467,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Capital Propio																									
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Importe deuda	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	
Dividendos	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	
Amortización deuda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.614,7
Saldo deuda	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	41.614,7	
Dimensión financiera de la financiación (pasivo)																									
Inversión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
-104.036,7	8.149,54	8.045,50	7.941,47	7.837,43	7.733,39	7.629,36	7.525,32	7.421,28	7.317,25	7.213,21	6.068,81	5.964,77	5.860,73	5.756,70	5.652,66	2.080,73	2.080,73	2.080,73	2.080,73	2.080,73	2.080,73	2.080,73	2.080,73	2.080,73	
Coste del capital (pasivo)	2,19%																								

5. Análisis financiero

Tabla 21 Análisis financiero

Tesorería																									
Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Dimensión Financiera Inversión	11.828,7	11.715,2	11.602,3	11.490,0	11.378,3	11.267,2	11.156,7	11.046,8	10.937,4	10.828,6	10.720,4	10.612,7	10.505,5	10.398,9	10.292,7	10.187,1	10.082,0	9.977,3	9.873,2	9.769,5	9.666,2	9.563,4	9.461,1	9.359,2	9.257,7
Dimensión Financiera Financiación	8.149,5	8.045,5	7.941,5	7.837,4	7.733,4	7.629,4	7.525,3	7.421,3	7.317,2	7.213,2	6.068,8	5.964,8	5.860,7	5.756,7	5.652,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7	2.080,7
Tesorería Neta	3.679,2	3.669,7	3.660,8	3.652,5	3.644,9	3.637,8	3.631,4	3.625,5	3.620,2	3.615,4	4.651,6	4.647,9	4.644,8	4.642,2	4.640,1	8.106,4	8.001,2	7.896,6	7.792,4	7.688,7	7.585,5	7.482,7	7.380,4	7.278,4	7.176,9
Tesorería Acumulada	3.679,2	7.348,8	11.009,6	14.662,2	18.307,1	21.944,9	25.576,3	29.201,8	32.822,0	36.437,4	41.088,9	45.736,9	50.381,6	55.023,8	59.663,9	67.770,2	75.771,5	83.668,1	91.460,5	99.149,3	106.734,8	114.217,5	121.597,8	128.876,2	136.053,2

VAN (comprobación) 99.228,51 €

Bibliografía

- ABB. (2011). *Cuaderno de aplicaciones técnicas nº 10. Plantas fotovoltaicas*.
- Aguilar Peña, J. D., & Merino Baena, J. F. (2014). *Electrónica Aplicada a los Sistemas Fotovoltaicos*. Jaén: Escuela Politécnica Superior de Jaén. Departamento Ingeniería Electrónica y Automática.
- Aleasoft Energy Forecasting. (08 de Octubre de 2020). *elperiodicodelaenergia.com*. Obtenido de <https://elperiodicodelaenergia.com/1999-2020-2041-pasado-presente-y-futuro-de-la-energia-en-europa/>
- Comisión Europea, Dirección General de Energía. (2019). *Energía limpia para todos los europeos*. Obtenido de <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/b4e46873-7528-11e9-9f05-01aa75ed71a1/>
- de la Casa Hernández, J., & Gómez Vidal, P. (2021). *Apuntes de la asignatura Tecnología Eléctrica de los sistemas fotovoltaicos*. Jaén: Universidad de Jaén.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2011). *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red*. Madrid: IDAE.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030*.
- Perpiñan Lamigueiro, Ó., Colmenar Santos, A., & Castro Gil, M. A. (2012). *Diseño de Sistemas Fotovoltaicos*.
- Normas, Reglamentos y Reales Decretos referenciados en este proyecto.