



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**DISEÑO, CÁLCULO Y CONTROL
DE PLANTA SOLAR
FOTOVOLTAICA CON VERTIDO A
RED, SITUADA EN NAVE
INDUSTRIAL DEL TÉRMINO
MUNICIPAL DE LA CAROLINA**

Alumno: Juan Antonio Expósito Llopis

Tutor: Prof. D. Manuel Ortega Armenteros

Depto.: Ingeniería eléctrica

Septiembre, 2020



En Linares, a 2 de septiembre de 2020

Juan Antonio Expósito Llopis
Alumno

Manuel Ortega Armenteros
Tutor



INDICE

1 RESUMEN DEL PROYECTO	6
2 MEMORIA.....	8
2.1 Introducción y Objetivo.....	9
2.1.1 Normativa aplicada	9
2.1.2 Herramientas y recursos aplicados	10
2.1.3 Bibliografía.....	11
2.2 Instalación Fotovoltaica.....	11
2.2.1 Antecedentes Legislativos Para el Dimensionamiento	11
2.2.2 Dimensionamiento	13
2.2.3 Estructura de la instalación fotovoltaica	18
2.2.4 Disposición de ángulo de azimut de los módulos fotovoltaicos	20
2.2.5 Disposición de ángulo inclinación de los módulos fotovoltaicos	22
2.2.6 Generador Fotovoltaico.....	26
2.2.7 Módulos fotovoltaicos.....	27
2.2.8 Estructura de Fijación de los Módulos.....	32
2.2.9 Integridad estructural de la cubierta	33
2.2.10 Inversor.....	34
2.2.11 Monitorización del inversor.....	39
2.2.12 Cableado	41
2.2.13 Canalizaciones.....	42
2.2.14 Puesta a tierra.....	45
2.2.15 Protecciones	45
2.2.16 Cuadro general de mando y protección.....	46
2.2.17 Planificación.....	48
3 Anexos.....	49
3.1 Cálculo del cableado.....	50



3.2	Cálculo de las protecciones	57
3.3	Cálculo de la puesta a tierra.....	61
3.4	Estudio económico.....	62
3.5	Hojas de características	66
4	Planos	80
5	Pliego de condiciones	87
5.1	Condiciones generales.....	88
5.1.1	Ámbito de aplicación	88
5.1.2	Disposiciones generales	88
5.1.3	Condiciones facultativas legales	88
5.1.4	Seguridad en el trabajo	90
5.1.5	Seguridad pública	91
5.2	Organización en el trabajo	92
5.2.1	Datos de la obra.....	92
5.2.2	Replanteo de obra	92
5.2.3	Condiciones generales.....	93
5.2.4	Coordinación y planificación.....	95
5.2.5	Acopio de materiales.....	95
5.2.6	Inspección y medidas previas al montaje	96
5.2.7	Planos, catálogos y muestras	96
5.2.8	Variaciones del Proyecto y cambios de materiales	97
5.2.9	Cooperación con otros contratistas	98
5.2.10	Protección.....	98
5.2.11	Limpieza de la obra.....	99
5.2.12	Andamios y aparejos.....	99
5.2.13	Obras de albañilería.....	99
5.2.14	Energía eléctrica y agua	100



5.2.15	Ruidos y vibraciones	100
5.2.16	Accesibilidad	100
5.2.17	Canalizaciones.....	101
5.2.18	Manguitos pasamuros	102
5.2.19	Cuadros y líneas eléctricas	102
5.2.20	Limpieza interior de redes de distribución	103
5.2.21	Pruebas	103
5.2.22	Pruebas finales	104
5.2.23	Recepción provisional	104
5.2.24	Periodos de garantía.....	105
5.2.25	Recepción definitiva	106
5.2.26	Permisos.....	106
5.2.27	Entrenamiento.....	106
5.2.28	Subcontratación de las obras	106
5.2.29	Riesgos.....	107
5.2.30	Rescisión del contrato.....	107
5.2.31	Precios.....	108
5.2.32	Pago de obras.....	108
5.3	Condiciones de la instalación fotovoltaica	109
5.4	Estructura	109
5.4.1	Montaje sobre cubierta.....	110
5.5	Conexionado y ensamblado de módulos.....	111
5.6	Instalación de la toma a tierra y protecciones.....	112
5.7	Montaje del resto de componentes	112
5.8	Mantenimiento de la instalación fotovoltaica	113
5.8.1	Generalidades.....	113
5.8.2	Programa de mantenimiento	113



6	Estudio de seguridad y salud.....	115
6.1	Objeto	116
6.2	Plan de seguridad y salud en el trabajo.....	116
6.3	Obligaciones del director facultativo de la obra	117
6.4	Libro de incidencias	117
6.5	Paralización de los trabajos	118
6.6	Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	118
6.7	Propuesta de medidas preventivas para reducir los riesgos laborales en la obra	119
6.7.1	Protecciones personales	119
6.7.2	Información Útil para Posibles Trabajos Posteriores	122
7	Presupuesto	123



1 RESUMEN DEL PROYECTO



Con la elaboración de este proyecto trato de plasmar todo lo aprendido durante la realización del Grado en Ingeniería Eléctrica en la Escuela Politécnica Superior de Linares. Este proyecto consiste en la elaboración de los cálculos tanto eléctricos como económicos de una instalación fotovoltaica con conexión a red ubicada en una nave en el polígono industrial de La Carolina (Jaén).

Para ello se utilizarán distintos softwares como SolarEdge Designer y PVSyst. También se utilizarán Excel para los cálculos tanto eléctricos como económicos.

Mayormente este proyecto se relaciona con la asignatura optativa de Generación Eléctrica con Energías Renovables, pero se aplican conocimientos adquiridos en la mayoría de las asignaturas relacionadas con la rama eléctrica, tales como Baja Tensión, Circuitos, Protecciones eléctricas, Accionamientos y Electrónica de Potencia etc.



2 MEMORIA



2.1 Introducción y Objetivo

Mediante la realización de este proyecto se busca una reducción considerable de la factura eléctrica de la fábrica a estudiar, además de contribuir firmemente a la reducción de emisiones de gases contaminantes mediante la producción con energías renovables.

Desde el mes de abril del pasado año 2019, mediante el Real Decreto 244/2019 se ha producido un cambio muy considerable en la forma en la que se ve en España este tipo de instalaciones.

Este decreto eliminaba el llamado “impuesto al sol” y permitía a pequeños consumidores instalar elementos de generación eléctrica con energías renovables, pudiendo también acogerse a la modalidad de autoconsumo con compensación de excedentes, base sobre la cual se va a basar este proyecto. Mediante este sistema, en caso de que la instalación productora esté generando más energía de la demandada por el consumidor en un momento dado, el excedente puede ser vertido a red y compensado posteriormente por la compañía comercializadora en las facturas posteriores.

Este proyecto contará con los siguientes elementos principales:

- Generador fotovoltaico, el cual es el encargado mediante el efecto fotoeléctrico de producir energía eléctrica, en este caso en corriente continua.
- Inversor, el cual tendrá un regulador incorporado y se encargará de transformar la corriente continua producida en el generador fotovoltaico en corriente alterna para su posterior utilización en la nave industrial y en el vertido a red.
- Cableado y protecciones, encargados del transporte de la energía eléctrica y de la protección en caso de algún tipo de problema

2.1.1 Normativa aplicada

Para la correcta realización del proyecto se han utilizado y estudiado las siguientes normas y documentos:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto/1578/2008 de 27 de septiembre, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Introduciendo particularidades que afectan a los procedimientos de autorización administrativa, régimen especial, acceso y conexión a la red de distribución, de las instalaciones solares fotovoltaicas.
- Real Decreto 661/2007 de 26 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Introduciendo particularidades



- que afectan a los procedimientos de autorización administrativa, régimen especial, acceso y conexión a la red de distribución, de las instalaciones solares fotovoltaicas
- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.
 - Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de baja Tensión.
 - Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
 - Real Decreto 3490/2000, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para el 2001.
 - Resolución del 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
 - Para el caso de integración en edificios se tendrá en cuenta el Código Técnico de la edificación (CTE).
 - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2002
 - Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
 - Ley de prevención de riesgos laborales.
 - Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
 - Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

2.1.2 Herramientas y recursos aplicados

Se han utilizado los siguientes softwares para la realización del proyecto:

- Microsoft Office 2016: Para la realización de los cálculos y la redacción del propio proyecto.
- SolarEdge Designer: Para el cálculo de producción anual y otros parámetros importantes tales como el porcentaje de autoconsumo de la nave industrial.
- PVsyst 7.0: Para la obtención de parámetros y comparación de resultados con los hechos en Excel.



- PVGIS: Para la obtención de los datos solares y otros parámetros meteorológicos del emplazamiento de la nave industrial.
- AutoCad 2018: Para la realización de los planos y esquemas necesarios para la ejecución del proyecto.
- Google Earth Pro: Para la obtención de fotos aéreas del emplazamiento y el cálculo de distancias y orientaciones.
- Presto 8.8: Para la realización de los presupuestos.

2.1.3 Bibliografía

- Las energías renovables en la producción de electricidad en España. Edición: -. Autor: Espejo Marín, Cayetano. Editorial: Murcia : Caja Rural Regional, 2006
- Centrales de energías renovables: generación eléctrica con energías renovables. Edición: 2ª ed. Editorial: Madrid [etc.] : Pearson : UNED,
- Energía solar fotovoltaica. Edición: 2ª ed.. Autor: Méndez Muñiz, Javier María. Editorial: Madrid: Fundación Confemetal, 2007
- Renewable energy system design. Edición: 1st ed. Autor: Salameh, Ziyad. Editorial: Waltham, MA : Academic Press, 2014

2.2 Instalación Fotovoltaica

2.2.1 Antecedentes Legislativos Para el Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica vamos a realizar previamente un estudio de las facturas actuales de la nave industrial en cuestión. Esto nos dará una idea de la cantidad óptima de potencia que deberíamos instalar para tener una buena relación potencia instalada/ahorro económico en facturas

Tal y como recoge el Real Decreto 244/2019, la energía excedentaria de la instalación fotovoltaica a instalar puede ser vertida a red con la consecuente compensación económica por parte de la compañía eléctrica comercializadora.

Sin embargo, esta compensación está acogida a unas reglas. En primer lugar, no se rebajará en ningún caso el coste del término fijo de la factura, el cual está asociado a la potencia contratada por la industria situada, a no ser que después de un estudio de optimización de factura (el cual no se va a tratar en este proyecto), se decida recudirla por alguna razón.

En segundo lugar, se podrá rebajar el término variable también llamado término de energía, compensando con la energía vertida a red, pero en ningún caso la compañía comercializadora abonará ninguna cantidad al cliente en el caso de que el dinero generado por excedentes sobrepasara al coste de energía que el cliente ha necesitado importar de la red. En este caso el término variable sería de cero euros. El precio de compensación de excedentes varía con cada compañía comercializadora, pero suele rondar los cinco céntimos de euro por cada kilovatio hora (0,05€/kWh), que es el coste real de producción aproximado de cada kWh en España.

Como esta explicación puede parecer un tanto compleja, se va a explicar con un pequeño ejemplo. El ejemplo se basa en una factura 2.0DHA, que nada tiene que ver con las facturas de luz industriales que veremos más adelante, pero que ilustra muy bien el procedimiento a la hora de compensar los excedentes en general.

La factura es la siguiente:

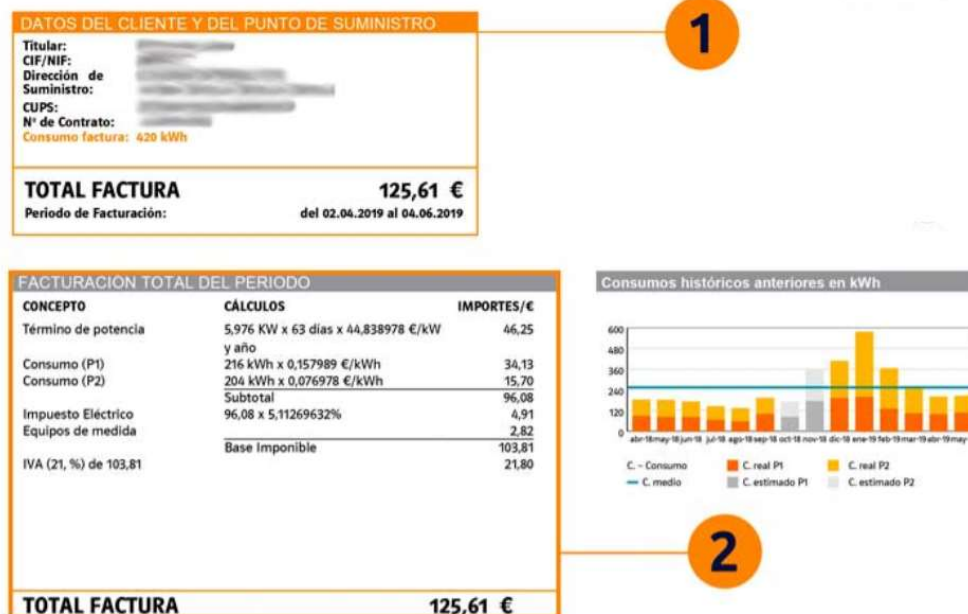


Ilustración 1: Ejemplo factura 2.0 DHA

Ahora imaginemos que hemos autoconsumido con una pequeña instalación fotovoltaica 70 kWh durante el periodo punta (P1) y 50 kWh durante el periodo valle (P2). A su vez, durante el periodo punta hemos exportado 50 kWh, y durante el periodo valle 30 kWh, compensándonos la compañía cada kWh exportado a 0,05 € el kWh.

- Periodo 1



Coste anterior: 34,13 €

Nuevo coste: $34,13 - 70 \times 0,157989 - 50 \times 0,05 : 20,56 \text{ €}$

- Periodo 2

Coste anterior: 15,70 €

Nuevo coste: $15,70 - 50 \times 0,076978 - 30 \times 0,05 : 10,35 \text{ €}$

Por tanto, el nuevo coste de la factura ya con impuestos de la factura sería de 101,56 €, en el que se puede observar el ahorro producido por la hipotética instalación solar fotovoltaica. Si la suma de los apartados “nuevo coste”, diera como resultado una cantidad negativa, el importe a pagar por el término variable sería de cero euros, por las razones que se han mencionado anteriormente.

2.2.2 Dimensionamiento

Por tanto, teniendo en cuenta todo lo explicado en el punto anterior, intentaremos de hacer un dimensionamiento adecuado para nuestra instalación fotovoltaica en la nave industrial.

Lo óptimo sería tener una cantidad de generadores fotovoltaicos tal que hiciera que la mayoría de las facturas mensuales de la nave industrial tuvieran un término variable de cero o muy próximo a cero en los meses de menos producción solar. Por tanto mediante este estudio intentaremos que la mayor parte de las facturas tenga un coste variable de cero, exceptuando meses como noviembre, diciembre, enero o febrero, ya que si dimensionáramos la instalación para hacer cero ese coste, estaríamos pagando un sobre coste que lo único que haría sería aumentar los periodos de retorno de inversión debido a la gran cantidad de energía que estaríamos cediendo “gratuitamente” a la red debido, como comentamos en el punto anterior, a la no posibilidad de que la comercializadora nos pague monetariamente esos excedentes.

También hemos de tener en cuenta que según el real decreto del 5 de abril de 2019, el límite para acogerse a la modalidad de autoconsumo con compensación de excedentes es de 100 kWp, por tanto no podremos colocar en nuestra nave industrial una cantidad de generadores fotovoltaicos superior a esa cantidad si nos queremos acoger a esta modalidad, por tanto ese es nuestro límite técnico.

Para realizar este estudio necesitamos preferentemente las facturas de un periodo considerable de tiempo de la nave industrial que estamos estudiando. Esta nave tiene

contratada una tarifa 3.1ª. A continuación, se adjunta una tabla resumen con los consumos de la nave industrial durante el año 2019:

	P1	P2	P3
Consumo anual	47823	56564	23658

Tabla 1 Consumo anual 2019

Y también se muestra en la siguiente tabla el precio medio de cada kWh por periodo durante el año:

Coste kWh (€/kWh)	
P1	0,127155
P2	0,104279
P3	0,070655

Tabla 2 Precio por kWh de cada periodo

Por tanto, para hacer una primera estimación vamos a realizar los cálculos con un generador de 99,99 kWp. Los cálculos van a estar realizados manualmente mediante la ayuda de una hoja de cálculo Excel y sin ayuda de ningún software de apoyo. Los datos de irradiación en el punto de la instalación, con el ángulo de azimut y e inclinación de la cubierta existente en la nave industrial (instalación coplanar) van a ser obtenidos mediante PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), la página de la Comisión Europea para la obtención de estos datos.

Los resultados son los siguientes:



Mes	Días/mes	PGfv (kW)	Irradiación	Sombras	H	PR	Pinv (kW)	HSP (h/día)	Ee (kWh/mes)
Enero	31	99,99	97,87	3%	94,9339	0,851	85,09	3,06	8.078,07
Febrero	28	99,99	107,98	3%	104,7406	0,844	84,39	3,74	8.839,22
Marzo	31	99,99	156,44	3%	151,7468	0,801	80,09	4,90	12.153,70
Abril	30	99,99	180,1	3%	174,697	0,802	80,19	5,82	14.009,30
Mayo	31	99,99	213,3	3%	206,901	0,796	79,59	6,67	16.467,67
Junio	30	99,99	233,9	3%	226,883	0,768	76,79	7,56	17.422,87
Julio	31	99,99	252,21	3%	244,6437	0,753	75,29	7,89	18.419,83
Agosto	31	99,99	232,85	3%	225,8645	0,757	75,69	7,29	17.096,23
Septiembre	30	99,99	180,61	3%	175,1917	0,769	76,89	5,84	13.470,89
Octubre	31	99,99	144,89	3%	140,5433	0,807	80,69	4,53	11.340,71
Noviembre	30	99,99	102,15	3%	99,0855	0,837	83,69	3,30	8.292,63
Diciembre	31	99,99	94,74	3%	91,8978	0,850	84,99	2,96	7.810,53

Tabla 3 Datos mensuales de producción

La columna irradiación es la que nos proporciona PVGIS. Se han considerado un 3% de sombras.

El Performance Ratio (PR) es el que recomienda usar IDAE para estas instalaciones. Como se puede observar es menor en los meses de verano debido al peor funcionamiento de este tipo de sistemas con las altas temperaturas.



Mes	Consumo eléctrico sin autoconsumo	FV producida	Fv autoconsumida	FV exportada	Nivel de autoconsumo (%)	Energía importada
Enero	8.641,0	8.078,1	4.213,6	3.864,4	48,8%	4.427,4
Febrero	7.909,0	8.839,2	4.067,6	4.771,6	51,4%	3.841,4
Marzo	10.429,0	12.153,7	6.139,4	6.014,3	58,9%	4.289,6
Abril	10.260,0	14.009,3	6.541,7	7.467,6	63,8%	3.718,3
Mayo	11.218,0	16.467,7	7.597,3	8.870,4	67,7%	3.620,7
Junio	11.753,0	17.422,9	8.110,1	9.312,8	69,0%	3.642,9
Julio	12.703,0	18.419,8	8.694,1	9.725,7	68,4%	4.008,9
Agosto	11.963,0	17.096,2	7.976,4	9.119,8	66,7%	3.986,6
Septiembre	10.837,0	13.470,9	6.484,3	6.986,6	59,8%	4.352,7
Octubre	10.715,0	11.340,7	5.420,1	5.920,6	50,6%	5.294,9
Noviembre	10.532,0	8.292,6	5198,9	3.093,7	49,4%	5.333,1
Diciembre	11.086,0	7.810,5	4.789,2	3.021,4	43,2%	6.296,8

Tabla 4 Balance mensual entre energía producida, exportada e importada

En esta tabla podemos ver el consumo y la producción de energía, y como se van a distribuir. El nivel de autoconsumo ha sido calculado con SolarEdge Designer.



Mes	Precio de venta (€/kWh)	Beneficio (€)	Coste kWh comprado (€)	Coste energía importada (€)	Bolsa (€)	Coste variable energía (€)	Ahorro mensual (€)
Enero	0,05	193,22	0,1006	445,39	252,17	252,17	617,11
Febrero	0,05	238,58	0,1006	386,44	147,86	147,86	647,78
Marzo	0,05	300,71	0,1006	431,53	130,82	130,82	918,34
Abril	0,05	373,38	0,1006	374,06	0,68	0,68	1.031,47
Mayo	0,05	443,52	0,1006	364,24	-79,28	0,00	1.128,53
Junio	0,05	465,64	0,1006	366,48	-99,16	0,00	1.182,35
Julio	0,05	486,29	0,1006	403,29	-82,99	0,00	1.277,92
Agosto	0,05	455,99	0,1006	401,05	-54,94	0,00	1.203,48
Septiembre	0,05	349,33	0,1006	437,88	88,55	88,55	1.001,65
Octubre	0,05	296,03	0,1006	532,67	236,64	236,64	841,29
Noviembre	0,05	154,68	0,1006	536,50	381,82	381,82	677,70
Diciembre	0,05	151,07	0,1006	633,46	482,39	482,39	632,86
						Ahorro anual =	11.160,48899

Tabla 5 Balance económico

En esta tabla se muestran los datos económicos. El estudio tecno-económico se detallará más tarde, pero estos cálculos nos sirven para tener una idea de cuanto ahorro eléctrico vamos a tener con una instalación de aproximadamente 100kWp.



Como podemos observar en los resultados obtenidos, de las 12 facturas anuales, prácticamente 5 de ellas tienen un coste variable de cero euros.

Si bien, como comentábamos anteriormente, queríamos tener un ahorro más elevado, ya no es viable estudiar propuestas que tengan menos potencia que la estimación anterior. Sin embargo, si quisiéramos instalar más potencia, nos encontraríamos con diversas trabas legales a las que no tiene sentido enfrentarse cuando ya la instalación es bastante capaz. Estas serían las de por ejemplo tener que realizar un estudio medioambiental para la instalación y darse de alta como productor de energía en industria.

Por tanto, con las condiciones a las que estaríamos sometidos y con el previsible aumento del periodo de retorno de inversión al cambiar de modalidad, no se va a recomendar sobrepasar el límite de los 100 kWp que marca el Real Decreto 244/2019 del 5 de abril de 2019 para acogerse a la modalidad de autoconsumo con compensación de excedentes.

Dimensionaremos la instalación por tanto ajustando su capacidad productora a 100 kWp sin superar esta cantidad.

2.2.3 Estructura de la instalación fotovoltaica

Como se ha estudiado anteriormente, la potencia optima de la instalación fotovoltaica es de 100 kWp, aunque sería más optimo instalar algo más de potencia, pero dado que el objetivo de la instalación es el de acogerse a la modalidad de autoconsumo con compensación de excedentes, ese es nuestro límite legal.

Una vez que tenemos este dato el próximo paso es como vamos a disponer los paneles fotovoltaicos en nuestra nave industrial. Para ello, se muestra a continuación la situación de la nave, su orientación y la inclinación de sus cubiertas.



Ilustración 2: Situación de la nave objeto de estudio



Como se puede observar en las imágenes la nave industrial está situada en el polígono industrial de La Carolina, con un ángulo de azimut de 27° este y una inclinación de cubierta de 15° .

2.2.4 Disposición de ángulo de azimut de los módulos fotovoltaicos

Con esta información vamos a decidir a continuación el tipo de disposición por el cual vamos a colocar nuestros módulos fotovoltaicos en la cubierta de nuestra nave. Por la información de la que disponemos por el momento, parece que la mejor opción ya que el ángulo de azimut no es demasiado elevado y la cubierta está algo inclinada es disponer los módulos de forma coplanar.

Otra de las consideraciones a tener en cuenta es que la superficie de la cubierta inclinada al sur-sureste es de alrededor 1160 m^2 , por lo que es suficiente para instalar con las tecnologías de módulos existentes los 100 kWp que necesitamos para nuestra nave. Por tanto, no será necesario recurrir a la cubierta posterior, lo que es muy positivo ya que por su disposición serían necesarias estructuras más complejas para la instalación de módulos en esa parte.

La disposición coplanar que se quiere usar tiene ciertas ventajas e inconvenientes:

- Los costes de estructura son mínimos (Solo harían falta anclajes y soportes).
- No harían sombras en ninguno de los lucernarios de los que dispone la nave para el aprovechamiento de la luz natural.
- Al ser coplanar, la inclinación y el azimut van a estar determinados por la propia construcción de la cubierta, y no van a ser los óptimos para la zona en la que nos encontramos, por tanto la producción no va a ser la máxima posible para la cantidad de módulos que vamos a instalar.

Para saber cuánta producción anual estamos perdiendo por no tener un ángulo de azimut óptimo (0°), vamos a realizar una rápida simulación con SolarEdge Designer. Dado que se trata de solo la elección de la disposición, vamos a tratar de hacerlo de manera rápida con la ayuda de este software. Ya una vez con la disposición final elegida los cálculos se realizarán a mano con ayuda de Excel, y serán comparados con los resultados tanto de SolarEdge Designer como de Pvsyst.

Por tanto, modelamos nuestra nave industrial en el software anteriormente mencionado y vemos que resultados obtenemos con una disposición coplanar en la nave:



Ilustración 3: Replanteo de módulos en cubierta en Solar Edge

Esta disposición nos da un resultado de producción aproximado anual de 171,35 MWh para una distribución de 99,99 kWp, siendo un total de 303 módulos de 330 Wp cada uno.

A continuación, y de forma rudimentaria, levantamos en el mismo lugar con el mismo software un hipotético edificio con la misma inclinación de cubierta, pero con un ángulo de azimut cero. Se utilizan el mismo número de placas y el mismo modelo, para así comparar ambas producciones.

El modelado queda así:

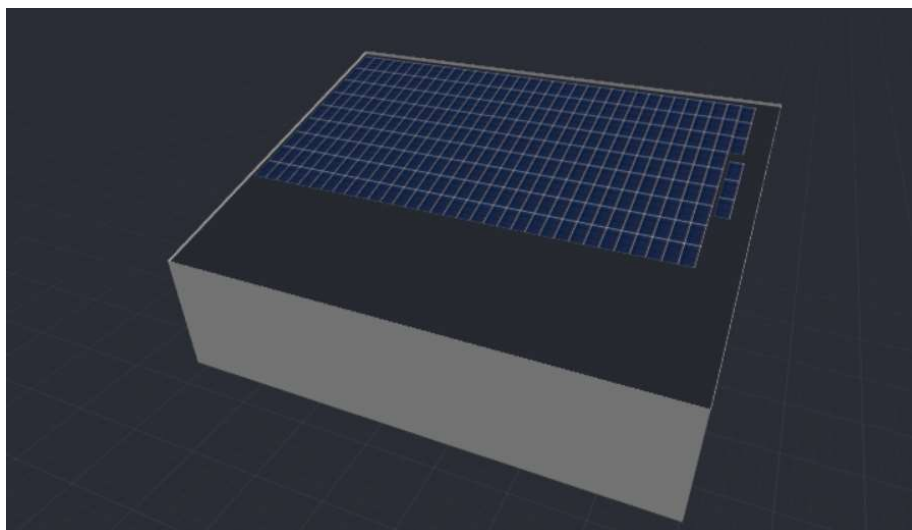


Ilustración 4: Modelado de cubierta 3D en SolarEdge



En este caso, con el mismo número de placas y con ángulo de azimut nulo, la producción anual es de 173,22 MWh.

Vamos a comparar ambos resultados en una tabla:

	Azimut de cubierta	Azimut óptimo
Producción anual (MWh)	171,35	173,22

Tabla 6 Comparación producción anual con distinto azimut

Como podemos observar, la producción es de apenas un 1,09 % superior, lo cual no justifica el enorme gasto adicional en estructuras que corrijan este ángulo de azimut, dado que el retorno de inversión de la instalación de estas estructuras sobrepasaría muy sobradamente los 25 años de duración estimada media de vida de este tipo de instalaciones.

2.2.5 Disposición de ángulo inclinación de los módulos fotovoltaicos

A continuación, vamos a realizar un estudio muy parecido al punto anterior, pero en este caso en el supuesto de implementar una estructura que varíe el ángulo de inclinación de los módulos para maximizar su producción. El ángulo de azimut se conservaría con respecto al de la cubierta en este caso.

Para saber la inclinación óptima recurrimos al IDAE, el cual nos dice que la inclinación óptima para una producción durante todo el año es de aproximadamente la Latitud del lugar menos cinco grados. Por tanto, al encontrarnos a 38° en la Carolina, suponemos que el ángulo óptimo es de 33°, estando como ya comentamos antes la cubierta inclinada 15°.

Periodo de diseño (IDAE)	Inclinación óptima
Ocupación solo invierno	Latitud del lugar +10°
Ocupación solo verano	Latitud -20°
Todo el año	Latitud -5°

Tabla 7 Cálculo del ángulo de inclinación

Por tanto, nos queda ahora saber que distancia entre filas debemos utilizar como mínimo para que los módulos no se den sombra unos a otros. Esto también lo podemos encontrar en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE. En el punto referente a esta distancia encontramos lo siguiente:

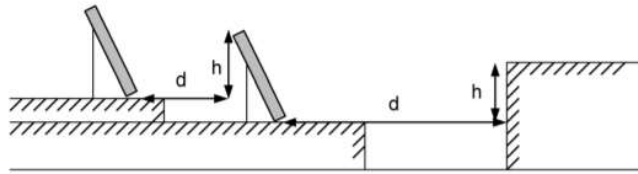


Fig. 7

Si los módulos se instalan sobre cubiertas inclinadas, en el caso de que el acimut de estos, el de la cubierta, o el de ambos, difieran del valor cero apreciablemente, el cálculo de la distancia entre filas deberá efectuarse mediante la ayuda de un programa de sombreado para casos generales suficientemente fiable, a fin de que se cumplan las condiciones requeridas.

Ilustración 5: Distancia entre filas según IDAE

Por lo tanto, como nuestra cubierta difiere del valor cero de acimut apreciablemente, para establecer esta distancia vamos a calcularla de modo que estuviera orientada al sur y usaremos un coeficiente de mayoración del 10% para asegurarnos de que no se dan sombra unos a otros con esta configuración.

Para ello vamos a usar el software de [monsolar.com](https://www.monsolar.com/separacion-paneles-solares), que podemos encontrar en el enlace <https://www.monsolar.com/separacion-paneles-solares>, el cual ha sido comprobado personalmente y comparado con los requisitos del IDAE, así como calculado de la misma forma que se indica en la imagen anterior.

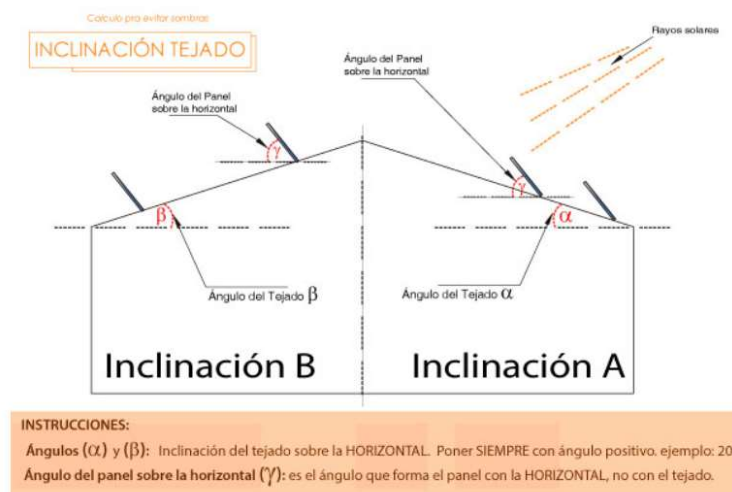


Ilustración 6: Tipo de inclinación para cubiertas

En nuestro caso, elegimos inclinación A y calculamos la distancia “d” recomendada por el IDAE, a la cual sumaremos un 10% como mayoración para evitar sombras. La

longitud de los paneles que vamos a utilizar es de 1.956 mm. Las características de los paneles se detallarán más adelante, aunque necesitemos este dato ahora.

La distancia “d” recomendada es de 0,796 m, que con el 10% de mayoración queda en 0,876 m, distancia que usaremos a continuación en SolarEdge Designer para nuestra simulación.

El diseño queda de la siguiente forma:



Ilustración 7: Disposición de módulos fotovoltaicos en SolarEdge

Con esta disposición, la generación anual de energía aumenta según la simulación hasta los 180,50 MWh. Los resultados se pueden ver en la siguiente tabla resumen:

	Inclinación de cubierta	Inclinación óptima
Producción anual (MWh)	171,35	180,50

Tabla 8 Producción anual (MWh)

Como se puede observar, inclinando los paneles con algún tipo de estructura obtenemos un aumento de producción del 5,34%. La pregunta que nos tenemos que hacer a continuación es si con una vida media de la instalación de 25 años, el periodo de retorno de la instalación de estructuras inclinadas compensaría con el aumento de producción energética obtenido.

Para ello vamos a llevar a cabo un estudio tecno-económico para elegir la opción más beneficiosa. Vamos a comparar en primer lugar los costes de cada uno de los tipos de instalación que se podrían llevar a cabo.

En primer lugar, y mediante la página distribuidora *autosolar.es*, vamos a buscar el precio de estructuras coplanares.

Estructura Cubierta Metálica 12 paneles



The screenshot shows a product listing for a metal roof structure for 12 solar panels. The price is 303,60€ (250,91€ without VAT). It includes details about delivery (free in Spain), manufacturer (Sunfer), and quantity (1 unit). There are buttons for 'AÑADIR AL CARRITO' and 'COMPRAR'. Below the product image, there is a video thumbnail titled 'Cómo evitar fil...'.

Ilustración 8: Ejemplo de precio de estructura coplanar

El coste que aparece en la imagen es para la instalación de 12 paneles en cubierta metálica, similar al tipo de cubierta sobre el que vamos a trabajar. Extrapolando el coste a 303 paneles que instalaremos en total, el coste sería de unos 7.665,9 €

A continuación, haremos lo mismo con una estructura inclinada. En este caso las estructuras que más se ajustan a nuestras necesidades se pueden encontrar en *rebacas.com*. Son las siguientes:



The screenshot shows a product listing for a metal roof structure for 15 solar panels. The price is 626,00€ with VAT. It includes a detailed description of the structure, its materials (aluminum), and its capacity (200N/m²). There is a button to 'Descargar estructura cubierta plana (0)'. Below the main image, there are two smaller images showing different views of the structure.

Ilustración 9: Ejemplo de precio de estructura inclinada

En este caso, el coste extrapolado a nuestro número de paneles sería de 12.645,20 €.



A continuación, se refleja una tabla resumen con el periodo de retorno de un tipo de instalación con respecto a otra:

	Producción anual (MWh)	Coste de estructura	Periodo de retorno de inversión (años)
Soporte plano	171,35	7.665,9 €	-
Soporte inclinado	180,50	12.645,20 €.	7,25

Tabla 9 Comparación de coste para diferentes tipos de estructura

Estos cálculos nos dicen que, si optamos por instalar soportes inclinados en lugar de soportes planos, tendríamos recuperada su inversión en 7,25 años. Sin embargo, prefiero decantarme por la instalación coplanar debido a dos razones fundamentales:

- El coste la mano de obra podría verse incrementado por la instalación de las estructuras inclinadas, que requieren más tiempo y maquinaria para su instalación.
- Las sombras generadas por los módulos fotovoltaicos podrían evitar que la luz solar no entre completamente por los lucernarios, lo que haría que se incrementara el gasto eléctrico en iluminación.

Por estos dos factores se decide finalmente que la instalación de las placas fotovoltaicas será coplanar a la cubierta estudiada, ya que la unión de estos dos factores puede elevar fácilmente el periodo de retorno de inversión por encima de los diez años, tiempo por el cual no se recomendaría su instalación.

2.2.6 Generador Fotovoltaico

El generador fotovoltaico se va a disponer como ya hemos comentado en la cubierta de nuestra nave industrial, en la parte de la cubierta sureste, de forma coplanar. Esta solo será accesible de forma privada.

Nuestro generador va a estar configurado por 19 ramas o strings en total de los módulos Atersa A-330P GS de 330 Wp. De las ramas que describimos, 18 están dispuestas por 16 módulos cada una y la rama restante está compuesta por 15 módulos. La potencia pico total del generador es de 99,99 kW.

Las características de un string de 16 módulos son las siguientes:

- Potencia pico: $330 \times 16 = 5280 \text{ W}$
- Tensión en circuito abierto: $45,55 \times 16 = 728,8 \text{ V}$
- Tensión de máxima potencia: $37,95 \times 16 = 607,2 \text{ V}$



- Intensidad en cortocircuito: 9,3 A
- Intensidad de máxima potencia: 8,7 A

Las características de un string de 15 módulos son las siguientes:

- Potencia pico: $330 \times 15 = 4950 \text{ W}$
- Tensión en circuito abierto: $45,55 \times 15 = 683,25 \text{ V}$
- Tensión de máxima potencia: $37,95 \times 15 = 569,25 \text{ V}$
- Intensidad en cortocircuito: 9,3 A
- Intensidad de máxima potencia: 8,7 A

Como hemos comentado ya, los módulos se van a disponer en la cubierta con una orientación $\alpha = -27^\circ$ (Sureste) y una inclinación $\beta = 15^\circ$. La cubierta se encuentra libre de obstáculos que puedan generar sombra, pero hemos de tener en cuenta los lucernarios existentes para no colocar módulos en esas zonas para no impedir la entrada de luz natural en la nave. La cubierta no es transitable y es apta para la instalación del generador.

2.2.7 Módulos fotovoltaicos

Una vez decidida la disposición de las placas y la potencia pico a instalar vamos a exponer las características de los módulos elegidos para la instalación. En este caso he elegido módulos de la marca Atersa. Esta empresa tiene una gran cantidad de paneles disponibles con diferentes potencias y tecnologías, es española, y hemos trabajado mucho con ella en la asignatura optativa de Generación Eléctrica con Energías renovables.

Como es sabido, existen dos principales tecnologías de paneles hoy en día, los paneles policristalinos y los monocristalinos. La empresa que nos va a distribuir los módulos, Atersa, tiene disponibles modelos de ambas tecnologías.

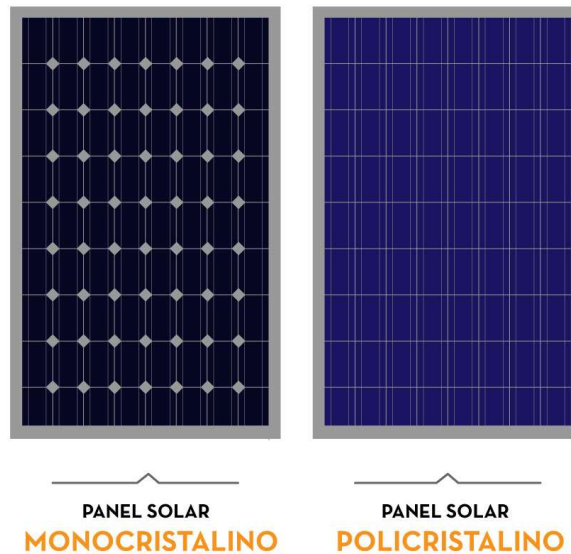


Ilustración 10: Panel fotovoltaico monocristalino y policristalino

Las principales diferencias técnicas entre estos dos tipos de paneles son claras. Los paneles monocristalinos tienen un coste más elevado, pero ofrecen una mayor generación energética por unidad de superficie, mientras que los policristalinos tienen una menor generación, pero su coste es inferior. Por esta razón, el uso de módulos monocristalinos es más adecuado para superficies limitadas, mientras que cuando se tiene superficie “de sobra”, está más indicado el uso de paneles policristalinos. Como tenemos gran capacidad de superficie, nos decantamos por el uso de módulos policristalinos para obtener una mejor relación rendimiento-precio.

Así, el módulo elegido para la instalación será el modelo Atersa A-330P GS de 330 Wp.

Estos módulos tienen las siguientes características:



Características Eléctricas	
Potencia Máxima (Pmax)	330 W
Tensión de Máxima Potencia (Vmp)	37,95 V
Intensidad de Máxima Potencia (Imp)	8,7 A
Tensión a Circuito Abierto (Voc)	45,55V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	9,3 A
Eficiencia del módulo	17,01 %
Tolerancia de Potencia	0/+5 W
Máxima Serie de Fusibles	15 A
Máxima Tensión del Sistema	1000 V
Temperatura de Funcionamiento Normal	45.0±2 °C

Tabla 10 Características eléctricas de los módulos

Datos mecánicos	
Dimensiones	1956x992x40 mm
Peso	29,9 kg
Máxima Carga Estática, Frontal	2400 Pa
Máxima Carga Estática, Posterior	2400 Pa
Máximo Impacto de Granizo (Diam./Vel.)	25 mm / 23 m/s

Tabla 11 Datos mecánicos de los módulos

Coeficientes de Temperatura	
Coef. Temp. de Isc	0.08558% /°C
Coef. Temp. de Voc	-0.29506% /°C
Coef. Temp. de Pmax	-0.38001% /°C
Temperatura de Funcionamiento	-40 a +85 °C

Tabla 12 Coeficientes de temperatura de los módulos

Materiales	
Material Cubierta Frontal	Cristal Templado
Tipo de Cubierta Frontal	Grado PV
Espesor de Cubierta Central	3,2 mm
Cantidad de Células	72 (6 x 12)
Tipo de Célula	Policristalina
Dimensiones de Célula	156.75 x 156.75 mm
Material del Marco	Aleación de Aluminio Anodizado
Color del Marco	Plata
Protección de Caja de Conexiones	IP68
Nº de Diodos de la Caja de Conexiones	3
Longitud de Cable	1.200 mm
Sección de Cable	4 mm ²
Conector	MC4 IP67

Tabla 13 Materiales de los módulos

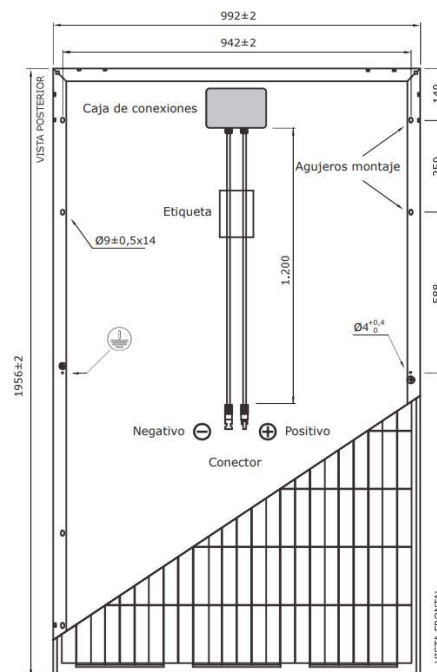


Ilustración 11: Dimensiones detalladas del módulo

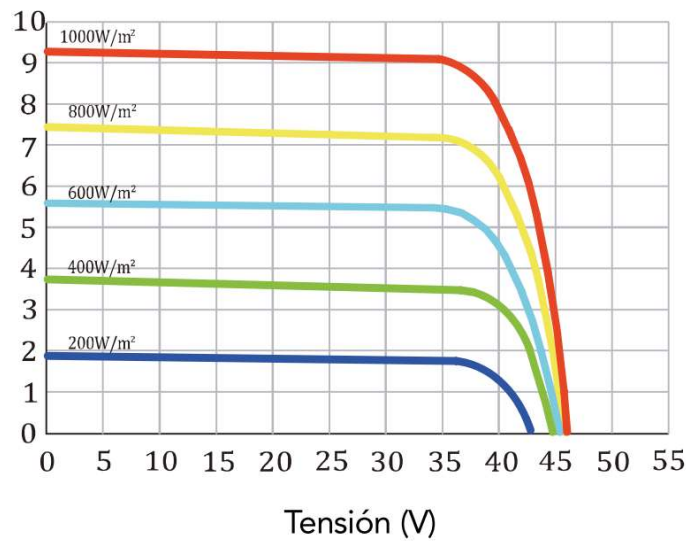


Ilustración 12: Curvas I-V con irradiación varia

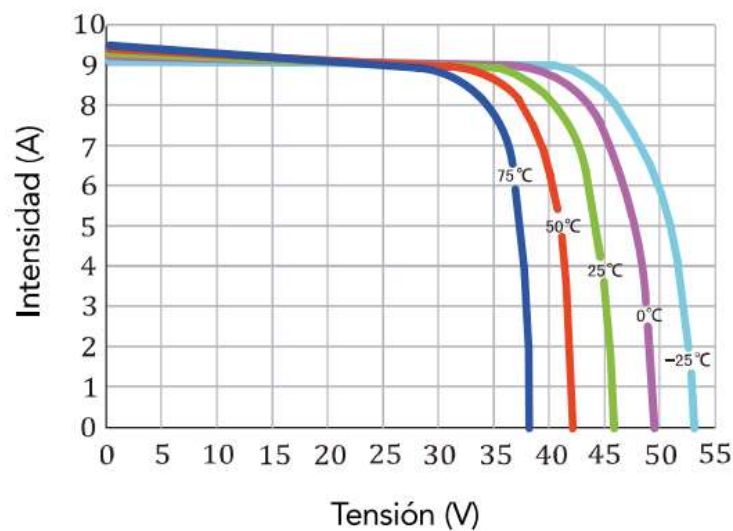


Ilustración 13: Curvas I-V con temperatura varia

Los módulos Atersa A-330P GS cuentan con la homologación de normativa IEC/EN 61215 e IEC/EN 61730, así como con el certificado CE de producto.

La conexión entre las células fotovoltaicas se va a realizar mediante el empleo de conectores MC4, usando el propio cable que incorpora el módulo para la conexión siempre que estos estén lo suficientemente cerca. Cuando esto no sea posible, se utilizará cableado auxiliar también con conectores MC4.

La información completa de los módulos fotovoltaicos se adjunta en el anexo 5.

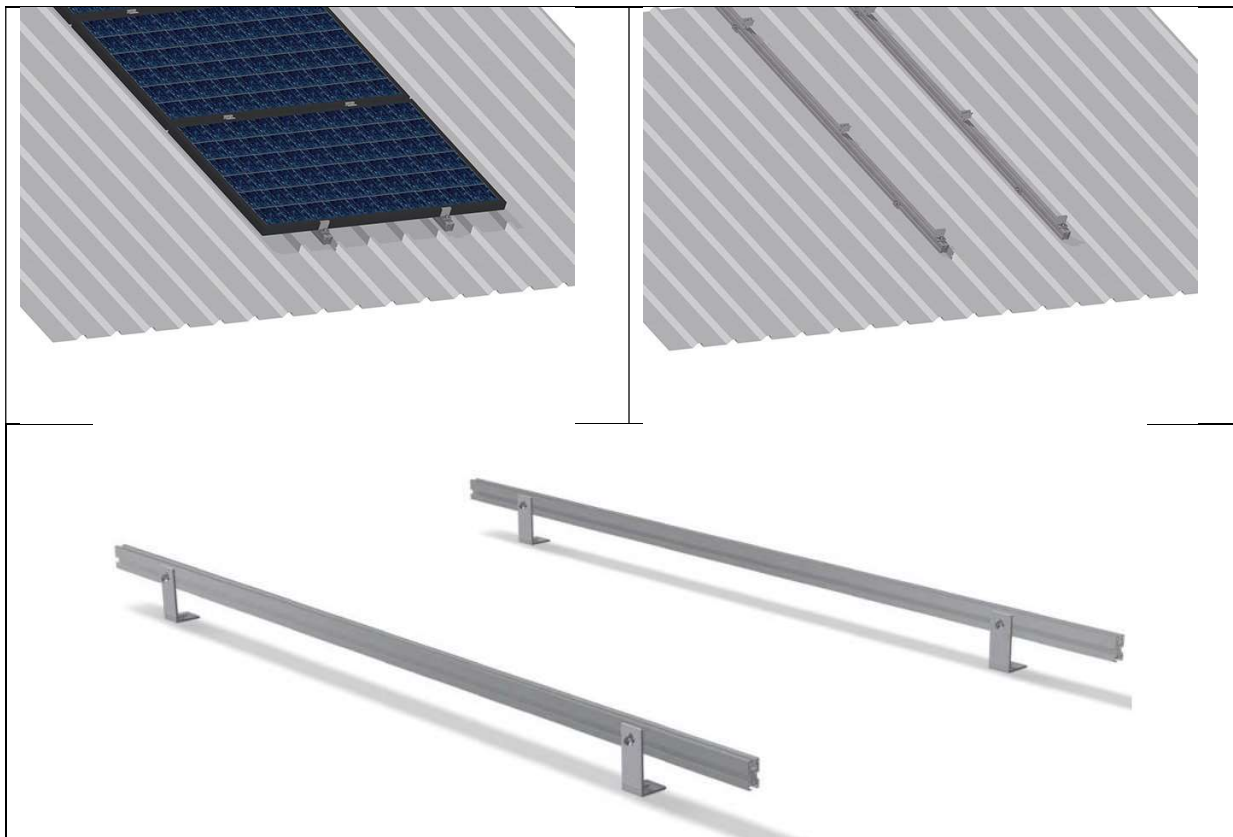
2.2.8 Estructura de Fijación de los Módulos.

Para la fijación de los módulos de nuestra instalación vamos a usar la estructura metálica KH915, que nos va a permitir instalar nuestros módulos fotovoltaicos de forma coplanar en nuestra cubierta. El tipo de panel de la cubierta es tipo sándwich.

Esta estructura en concreto es adaptable para todo tipo de paneles, siendo nuestros módulos de 300 Wp totalmente compatibles. Se pueden instalar tanto vertical como horizontalmente, lo que es imprescindible en nuestra instalación ya que son usadas ambas configuraciones.

Esta estructura está fabricada íntegramente en aluminio, mientras que la tornillería y demás accesorios son de acero inoxidable. Deben ser capaces de resistir la carga de los módulos y sobrecargas tanto de nieve como de viento, según lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, Parte II, DB SE y DB SE-AE.

En las siguientes imágenes se pueden observar en detalle la estructura que se va a utilizar:



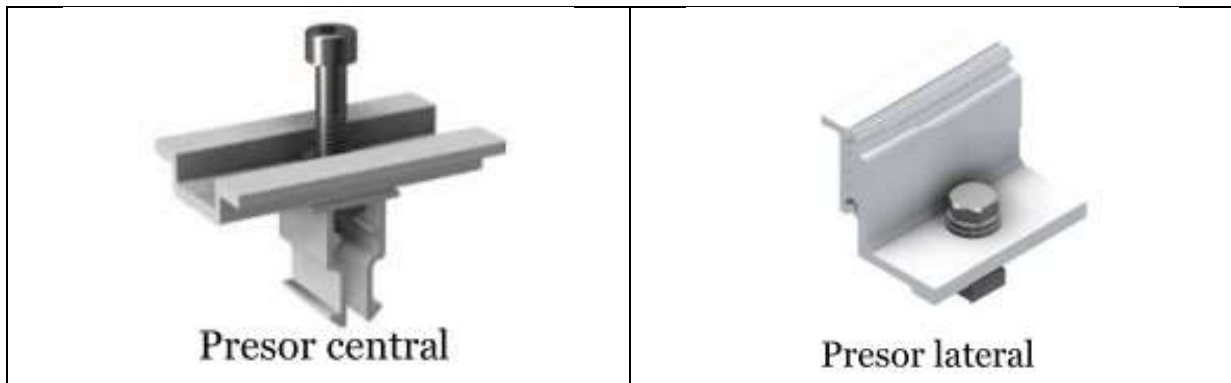


Ilustración 14: Detalles de la estructura. Perfil RCVE 4.0 y fijación L120

2.2.9 Integridad estructural de la cubierta

A continuación, vamos a justificar que la integridad estructural de la nave no se verá comprometida por la instalación de nuestro generador fotovoltaico:

- Módulo: Atersa A-330P GS.
- Peso por módulo: 20,9 kg
- Estructura: KH915.
- Peso medio por módulo: 3,5 kg
- Cableado y Equipos eléctricos:
- Peso medio por unidad de longitud: 0,2 kg

Para asegurar la resistencia estructural de la nave industrial calcularemos la carga en su cubierta en la situación más desfavorable. Para ello vamos a calcular la carga a la que se verá sometida una vez realizada la instalación y comparar el resultado con lo establecido en el Código Técnico de la Edificación:

Cargas	Cantidad	Peso
Paneles Solares	303	6.332,7 kg
Estructura (Peso medio por módulo)	303	1.060,5 kg
Cableado y Equipos Eléctricos	1273,5	96,7 kg
Total		7.489,9 kg
Superficie sobre la que se dispone la carga		587,82 m ²
Carga por metro cuadrado		12,74 kg/m ²

Tabla 14 Cálculos de carga en la cubierta



Mediante estos cálculos obtenemos una carga de $12,74 \text{ kg/m}^2$, que es muy inferior a la sobrecarga establecida en cubiertas planas de menos de 20° de inclinación, que es de 100 kg/m^2 según el Código Técnico de la Edificación, concretamente el DB-SE-AE-5, Tabla 3.1. Por lo tanto, la integridad de la estructura no se verá afectada por nuestra instalación.

2.2.10 Inversor

El inversor es la parte nuestra instalación que se encarga de convertir la corriente continua producida por las placas solares en corriente alterna para su utilización en redes de transporte y en la propia instalación industrial.

Esta instalación tendrá como modelo el de inversor centralizado, en la cual un solo inversor se va a encargar de la transformación de la energía. Por tanto, todos y cada uno de los 19 strings o cadenas que hemos propuesto para la instalación se conectarán a este inversor.

El inversor que vamos a utilizar es el SUN2000-100KTL-M1, de la conocida marca Huawei. Tiene una potencia nominal de 100 kW. Es un modelo muy reciente y moderno, ya que salió al mercado en 2019, y tiene una muy buena relación calidad-precio.

Una de las características más destacables de este modelo de inversor es la incorporación de 10 MPPTs en un solo inversor. Los seguidores de punto de máxima potencia, por sus siglas en inglés MPPT, son dispositivos electrónicos que funcionan variando su impedancia interna para hacer que una célula o un conjunto de ellas trabajen en su punto de máxima potencia independientemente de las condiciones de irradiación o temperatura que se encuentren.

Esta es una de las razones por la que se elige este inversor, ya que esta cantidad de seguidores nos da una libertad casi absoluta a la hora de configurar nuestras placas, dado que permite a los distintos strings trabajar en condiciones de máxima potencia aunque tengan distintas orientaciones, ángulos de azimut o cantidad de módulos en serie. Esto se podrá ver más adelante, ya que para el aprovechamiento máximo de la instalación ($99,99 \text{ kWp}$, cuando el límite legal es de 100 kWp), uno de los strings será distinto de los 18 restantes, y se podrá acoplar sin ningún tipo de problema a un MPPT independiente para aprovecharlo de forma adecuada.



El inversor cuenta con un panel delantero LED para saber el estado de la instalación y también dispone de 20 entradas para paneles fotovoltaicos, dos por cada uno de los 10 MPPTs que posee.

Añadiendo a lo ya comentado anteriormente, se propone este inversor, aunque pueda considerarse que está un poco sobredimensionado, por las siguientes razones:

- Es uno de los inversores en este rango de potencias más modernos y avanzados, costando modelos similares con más tiempo en el mercado más de el doble en muchas ocasiones, y en la mayoría de los casos con un solo MPPT.
- En otros países se comercializa el mismo modelo con 90 kW de potencia, el cual hubiera sido más apto para nuestra instalación, pero el poco ahorro económico y la falta de soporte hacen que no se plantee el comprarlo de importación.
- Aunque la marca sea china, es de sobra conocida y en los últimos años se ha posicionado como una de las compañías tecnológicas más importantes del mundo.
- Si en un futuro la legislación es más flexible, el inversor y el espacio libre en la cubierta pueden ser aprovechados y pueden ser instalados alrededor de 10-15 kWp extra.

Cabe destacar que este inversor tiene las certificaciones EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068 e IEC 61683.

El inversor cuenta con las siguientes protecciones integradas:

- Dispositivo de desconexión del lado de continua
- Protección contra funcionamiento en isla
- Protección contra sobreintensidad de alterna
- Protección contra polaridad inversa de continua
- Monitorización de fallas en strings
- Protector contra sobretensiones de continua (Tipo II)
- Protector contra sobretensiones de alterna (Tipo II)
- Detección de fallo de aislamiento de continua.
- Unidad de monitorización de la intensidad residual

Aunque el fabricante dispone de los certificados necesarios para que la compañía distribuidora acepte las protecciones que el inversor lleva instaladas como suficientes para su uso en conexión a red, estas serán calculadas a mano posteriormente.

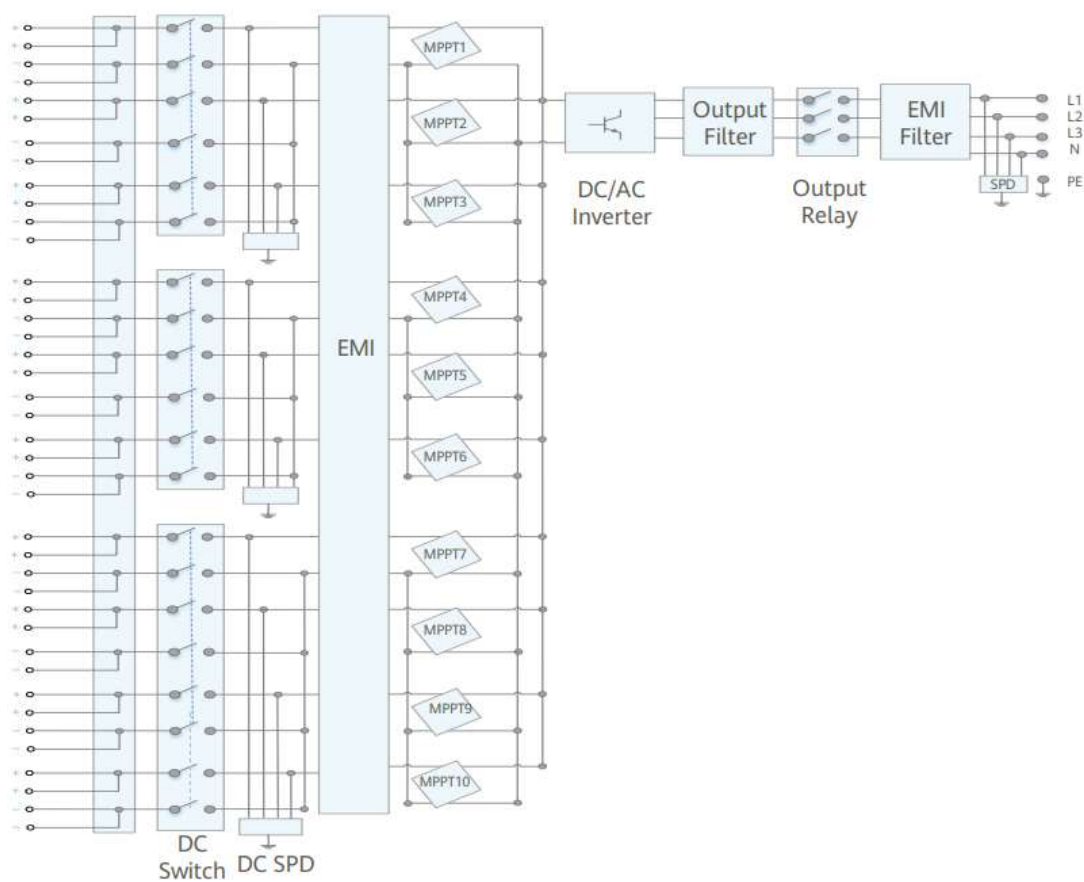


Ilustración 15: Diagrama del inversor



Ilustración 16: Imagen detalle del inversor



Huawei SUN2000-100KTL-M1	
Entrada en continua	
Máxima tensión de entrada	1.100 V
Máxima intensidad por MPPT	26 A
Máxima intensidad de cortocircuito por MPPT	40 A
Tensión de entrada inicial	200 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 – 1000 V
Tensión nominal de entrada	570 V @380 V; 600 V @400 V
Número de entradas	20
Número de MPPTs	10

Tabla 15 Características del inversor- CC

Huawei SUN2000-100KTL-M1	
Salida en alterna	
Potencia nominal activa de CA	100,000 W
Máx. potencia aparente de CA	110,000 VA
Máx. potencia activa de CA ($\cos\phi=1$)	110,000 W
Tensión nominal de salida	380 V / 400 V / 480 V
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad de salida nominal	152.0 A @380 V; 144.4 A @400 V; 120.3 A @480 V
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	<3%

Tabla 16 Características del inversor- CA

Huawei SUN2000-100KTL-M1	
Comunicaciones	
Monitor	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sí
RS485	Sí
MBUS	Sí (Transformador de aislamiento requerido)

Tabla 17 Características del inversor

Huawei SUN2000-100KTL-M1	
Especificaciones generales	
Dimensiones (ancho x alto x profundidad)	1,035 x 700 x 365mm
Peso (con soporte de montaje)	90 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C - 60°C
Enfriamiento	Ventilación inteligente
Altitud de operación	4,000 m
Humedad relativa	0 - 100%
Conector de CC	Staubli MC4
Conector de CA	Conector resistente al agua.+ OT/DT Terminal
Clase de protección	IP66

Tabla 18 Características del inversor

La hoja de características completa del inversor Huawei SUN2000-100KTL-M1 se puede ver en el anexo 5.

El inversor se va a colocar en el interior de la nave industrial, próxima al centro de transformación de abonado que se encuentra en la nave industrial, y cerca a su vez del cuadro general, donde se realizará finalmente la conexión a red de la salida del inversor. Se dispondrá en la pared de la nave sujeto mediante su propio soporte de montaje. Se comprobará que no hay ningún aparato u obstáculo cercano que impida su correcta refrigeración mediante ventilación.

2.2.11 Monitorización del inversor

Para la monitorización de nuestro inversor es necesario utilizar un registrador de datos adicional, ya que Huawei no lo incorpora de serie para sus inversores de más de 30 kW. Es escogido para esta función es el Huawei SmartLogger 3000A:

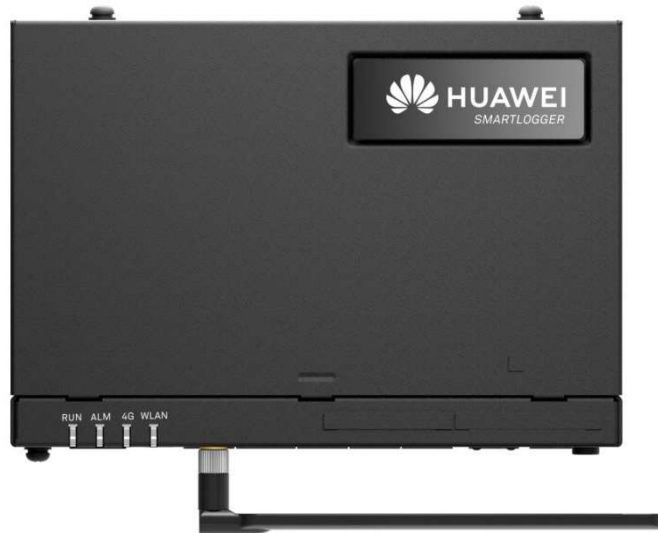


Ilustración 17: Equipo de monitorización

Este dispositivo de monitorización está equipado con un Puerto Ethernet, conectividad WiFi y conectividad 2G/3G/4G, además de tres conexiones PS485, modbus y y entradas y salidas digitales y analógicas por si se quiere combinar su uso con PLCs.

El SmartLogger permite también hacer el sistema de inyección cero o combinar distintos inversores en una sola instalación, aunque estas funcionalidades no sean usadas en nuestra nave industrial.

Este dispositivo nos va a permitir en todo momento tener monitorizada la instalación, pudiendo saber remotamente el estado del generador, la energía producida, etc. Funciona mediante web incrustada, por lo que una vez conectado el dispositivo a un PC tendremos disponible una aplicación web con la que hacer el seguimiento a tiempo real de la instalación.

A parte de toda la monitorización avanzada que nos brinda el SmartLogger, también se puede usar un smartphone Android o iOS para la monitorización del inversor. Esta monitorización es más básica que la que proporciona el dispositivo de monitorización

anteriormente mencionado, pero puede resultar muy útil dada su versatilidad y fácil configuración.

Para realizar la monitorización mediante la aplicación hay que seguir los siguientes pasos:

1. Descargar la aplicación SUN2000 de Play Store en Android o de la App Store en iOS.
2. Una vez instalada, seleccionar el modo de conexión que vamos a realizar entre el smartphone y el inversor (Cable USB, Bluetooth o WiFi).
3. En la pestaña seleccionar usuario, marcaremos la opción de usuario avanzado.
4. En la pestaña contraseña debemos introducir la que viene por defecto como se puede ver en el manual, siendo esta en este caso “00000a”, sin comillas.

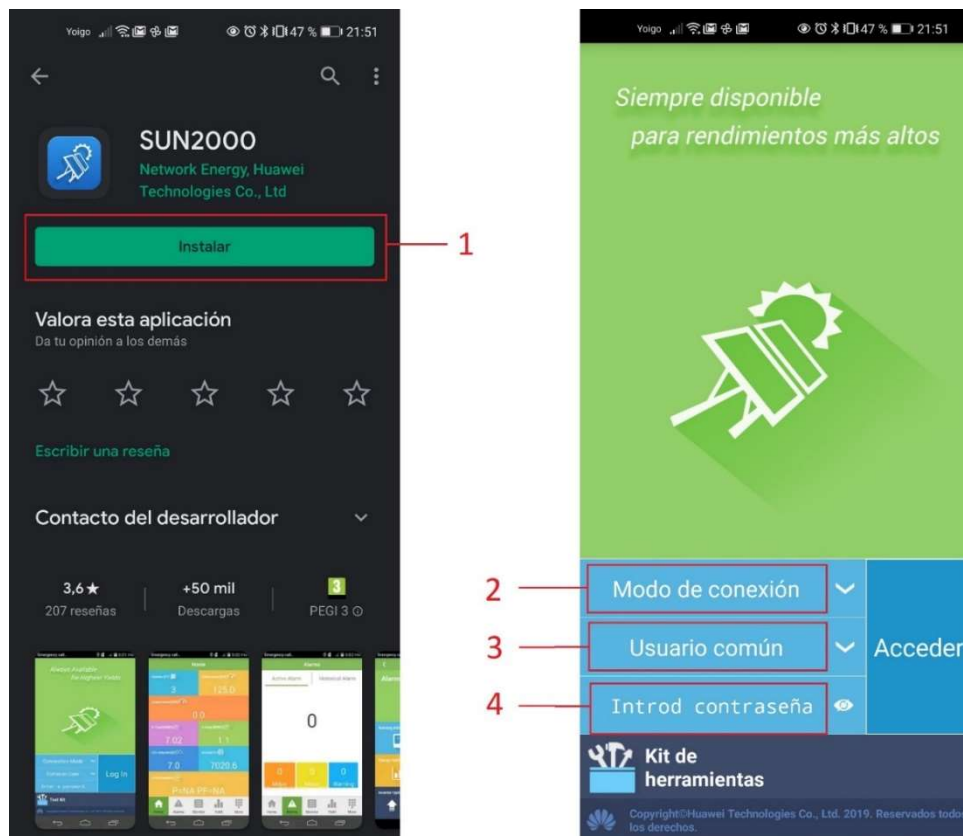


Ilustración 18: Aplicación de monitorización

Una vez accedemos ya tenemos acceso a la monitorización de nuestro inversor, pudiendo consultar diversos parámetros como se puede ver en la siguiente captura de pantalla:

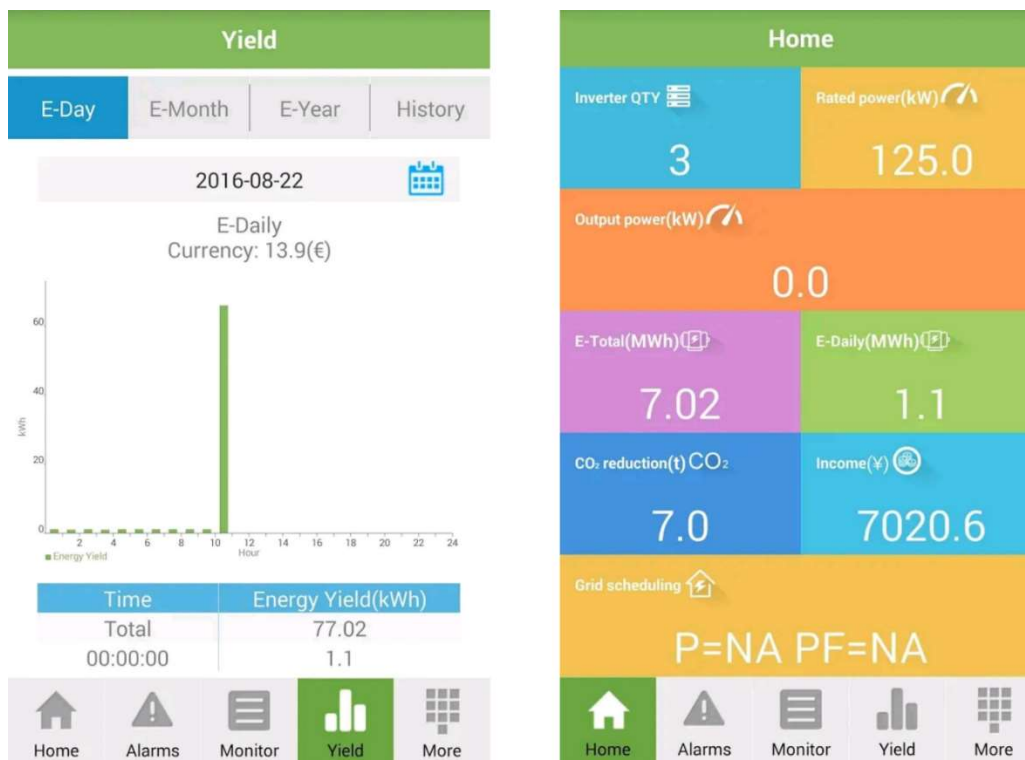


Ilustración 19: Parámetros de monitorización

2.2.12 Cableado

2.2.12.1 Cableado de corriente continua

Para la elección del cableado de corriente continua nos ceñiremos al pliego de condiciones de instalaciones conectadas a red del IDAE, a la norma UNE-EN 50618:2015 y a la norma UNE 21123.

Se deberán seguir las siguientes directrices:

- Se debe de asegurar un mínimo grado de aislamiento de clase I en toda la instalación, exceptuando el cableado de corriente continua, que deberá tener mínimo un aislamiento clase 2, y un grado mínimo de protección IP65, acorde con la norma UNE 21123.
- El positivo y negativo de cada grupo de células se debe de conducir separados y protegidos acorde con la normativa vigente.



- Los conductores tienen que ser de cobre y tener una caída de tensión máxima del 1,5 %, con una sección adecuada para evitar sobrecalentamientos.
- El cable ha de ser lo suficientemente largo para evitar cualquier esfuerzo o tirantez, que puedan propiciar una caída de personas o una rotura del conductor.

La norma UNE-EN 50618:2015 nos dice que la tensión asignada al cableado de continua será de 1,8 kV, debiendo estos indicar en ellos su marca, designación, sección, tensión asignada y las dos últimas cifras de su año de fabricación.

Por tanto, para las conexiones necesarias entre módulos (cuando el cable de conexión MC4 que incorporan no tenga suficiente longitud para interconectarse), y para la conexión hacia el inversor se utilizarán cables de la marca Topsolar modelo PV ZZ-F / H1Z2Z2-K o similar.

Para esta parte de la instalación se usará el siguiente código de colores:

- Rojo: Terminal positivo
- Negro: Terminal negativo
- Toma de tierra: Amarillo y verde

La hoja técnica del cableado se puede consultar en el anexo 5.

2.2.12.2 Cableado de corriente alterna

Para el cableado en el lado de corriente alterna vamos a seguir las directrices del actual Reglamento Electrotécnico de Baja tensión, especialmente las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-28 e ITC-BT-40. Precisamente en esta última se recoge que la caída de tensión máxima entre inversor y anclaje a red debe de ser como máximo de un 1,5 %.

Los cables deben estar diseñados para temperaturas extremas y serán no propagadores de incendios, de llama, y de baja emisión de gas tóxico o humos.

Para esta conducción vamos a utilizar cableado de la marca General Cable, gama Exzhellent RZ1-K o similar.

2.2.13 Canalizaciones

2.2.13.1 Canalizaciones de corriente continua

Para las canalizaciones seguiremos la norma UNE-EN 50618:2015.

Primero trataremos la parte de cableado de interconexión de los módulos. En esta parte vamos a utilizar cable de doble aislamiento. Se intentará disponer el cableado de tal



forma que quede lo más protegido posible, usando los marcos de la estructura o cableándolo por debajo de los propios módulos, para evitar corrosiones y exposiciones directas al sol.

Se fijarán con bridas, collares o abrazaderas sin presionar el conductor para no dañarlo, cada 40 cm de cable al menos. El radio de doblado debe de ser de al menos 10 veces el diámetro del conductor.

En segundo lugar, tenemos el cableado desde los módulos al inversor. Este debe disponerse en una canalización de bandeja portacables de acuerdo con la norma UNE-21123.

Para ello vamos a utilizar bandejas de la marca Unex o similares, contando estas con los requisitos normativos establecidos y con la certificación europea.

2.2.13.2 Canalizaciones de corriente alterna

Para esta parte seguiremos de nuevo lo indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en nuestro caso en la ITC-BT- 21, para nuestro tramo del inversor hasta la conexión a red, el cual estará instalado en tubo sobre pared. Deberán cumplirse las directrices de las dos siguientes tablas para las características de la instalación y el diámetro de los tubos.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D > 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 19 Tabla ITC-BT- 21

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	—
185	50	63	75	—	—
240	50	75	—	—	—

Tabla 20 Tabla ITC-BT- 21

2.2.14 Puesta a tierra

Con la intención de proporcionar protección para las personas contra contactos indirectos, el sistema fotovoltaico funcionará de modo flotante, es decir, la red fotovoltaica se encuentra aislada de tierra y se unirán todas las masas metálicas del sistema para conectarlas debidamente a un sistema de tierra de protección.

Por tanto, se dispondrá una conexión equipotencial que esté conectada a todos los elementos de la presente instalación.

Se cumplirá lo dispuesto en el artículo 15 del RD 1699/2011 y la ITC BT-40, por lo que la protección de tierra de nuestra instalación debe de ser independiente al neutro de la empresa distribuidora, así como también se dispondrá de una separación galvánica entre las partes alterna y continua de la instalación, parte que está ya incluida en nuestro inversor.

Los conductores irán canalizados junto con el cableado de alterna y continua de nuestra instalación. La sección mínima de los conductores se calcula con la tabla 2 de la ITC BT-18.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	$S (*)$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica 4 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica	

Tabla 21 Tabla ITC-BT- 18

Por tanto, las secciones mínimas serán de 4 mm² para la conexión de marcos, partes metálicas, módulos, estructuras, etc.

2.2.15 Protecciones

La parte de corriente continua estará protegida, a parte de las propias protecciones que ya incorpora el inversor, por fusibles en cada string, concretamente dos en cada uno de ellos, uno por polo. El cálculo y detalle de estos se encuentran en el anexo 2.

En cuanto a la parte de corriente alterna, y antes del anclaje o la conexión a red encontraremos un interruptor automático y un interruptor diferencial con toroide que se detallan también en el anexo 2.

El resumen de las protecciones es el siguiente:

Protección	Unidades	Características
Fusible 10 A 10x38	38	Curva tipo gG
Interruptor automático	1	$I_n = 200A$
Relé diferencial con toroide	1	Sensibilidad 300mA

Tabla 22 Resumen de protecciones

A parte de las dos protecciones para corriente alterna que observamos, debemos incluir un interruptor de corte en carga que sea compatible con las exigencias de la compañía distribuidora, en este caso Endesa. Para ello se ha elegido un interruptor del fabricante Cahors modelo 0234803-M44FOT, que cumple con las exigencias de la compañía anteriormente mencionada.



Ilustración 20: Interruptor de corte en carga

Para más detalle se adjunta su hoja de características en el anexo 5.

2.2.16 Cuadro general de mando y protección

Se usarán cajas de conexiones del fabricante Cahors, donde se encontrarán tanto el interruptor automático como el relé diferencial. Cuentan con grado de protección IP55 e

IK09. Incorporan ventilación y están fabricados en materiales higroscópicos autoextinguibles, con alto grado de resistencia a la corrosión y la polución.



Ilustración 21: Caja de cuadro de protección y mando



2.2.17 Planificación

La duración de la obra será aproximadamente de tres semanas y estará planificada según el siguiente cronograma:

Actividad	Semana 1					Semana 2					Semana 3				
	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V
Trabajos en medida de Seguridad															
Transporte de material y planificación															
Instalación de estructuras															
Intalación de banjeda y canalizaciones															
Instalación de cuadros															
Instalación de módulos y cableado CC															
Instalación de inversor															
instalación de cableado AC															
Instalación de puesta a tierra															
Puesta en marcha															

Tabla 23 Cronograma



3 ANEXOS

3.1 Cálculo del cableado

Para la parte de la instalación en corriente continua, es decir, la que va de los módulos al inversor, se utilizará:

CC	
$v = \frac{2 \cdot P \cdot L}{c \cdot S \cdot U}$	$\Delta U (\%) = \frac{v}{U} \cdot 100$

Tabla 24 Fórmulas eléctricas empleadas para corriente continua

En nuestro caso:

$$P = 16 \cdot 330 = 4.760 \text{ Wp}$$

$$U = 16 \cdot 37,95 = 607,2 \text{ V}$$

$L =$ Longitud de cable

$S =$ Sección del cable

$$I_{sc} = 9,3 \text{ A}$$

$C =$ conductividad del conductor. En nuestro caso cobre.

$$C_{cu}(90^{\circ}\text{C}) = 44 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$$

$$C_{cu}(70^{\circ}\text{C}) = 48 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$$

$$C_{cu}(40^{\circ}\text{C}) = 52 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$$

Con estos valores se procede a calcular la sección mínima de cable para cada uno de los strings. La sección calculada es para evitar una caída de tensión de más del 1,5 % tal y como recoge el pliego de condiciones de instalaciones conectadas a red del IDAE. La potencia y la tensión ya se han calculado, y la conductividad será la mencionada para conductores de cobre a 90°C:

	Longitud (m)	Sección mínima (mm2)
String 1	84,26	4,30
String 2	73,95	3,77
String 3	71,97	3,67
String 4	96,91	5,27
String 5	144,33	5,83



	Longitud (m)	Sección mínima (mm ²)
String 6	69,77	3,56
String 7	52,96	2,70
String 8	58,13	2,96
String 9	42,82	2,18
String 10	37,24	1,90
String 11	52,04	2,65
String 12	62,62	3,19
String 13	67,02	3,42
String 14	72,05	3,67
String 15	98,79	5,04
String 16	48,83	2,49
String 17	42,36	2,16
String 18	49,89	2,54
String 19	47,56	2,42

Tabla 25 Cálculo de caída de tensión para los distintos strings

Como podemos ver en la tabla anterior las secciones que podremos usar por caída de tensión van desde los 2,5 a los 6 mm². Ahora comprobaremos en la ITC-BT-19 que para nuestro montaje tipo B1 estas secciones son elegibles por intensidad. La intensidad de cortocircuito de nuestros string es de 9,3, pero la mayoramos un 10% para estos cálculos hasta los 10,23 A, valor que usaremos para la comprobación.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3 D						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D						3x PVC				3x XLPE o EPR	
G		Cables unipolares separados mínimo D									3x PVC		3x XLPE o EPR
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	160
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	230
		70				140	160	161	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	453
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
		240				315	330	374	419	455	490	552	711
		300				360	404	423	484	524	565	640	821

Tabla 26 Intensidad admisible por tipo de montaje

Al cumplir todas las secciones por intensidad, se usarán las tres secciones comentadas anteriormente para una mejor relación rendimiento-precio de la instalación. La sección final normalizada de cada uno de los strings es la siguiente:



Cadena	Sección (mm ²)
String 1	6
String 2	4.
String 3	4
String 4	6
String 5	6
String 6	4
String 7	4
String 8	4
String 9	2,5
String 10	2,5
String 11	4
String 12	4
String 13	4
String 14	4
String 15	6
String 16	2,5
String 17	2,5
String 18	4
String 19	2,5

Tabla 27 Sección para cada strings

Al llegar al inversor cada uno de los strings se conectará a una de las 20 entradas disponibles, siendo muy importante dejar el strings de 15 módulos, es decir, de uno menos que los 18 restantes, en una entrada de MPPT independiente de las demás, con la otra entrada correspondiente al MPPT sin conexión alguna. Esto se hace para que las tensiones a la entrada del MPPT y la salida de los strings sea la misma y no haya problemas.

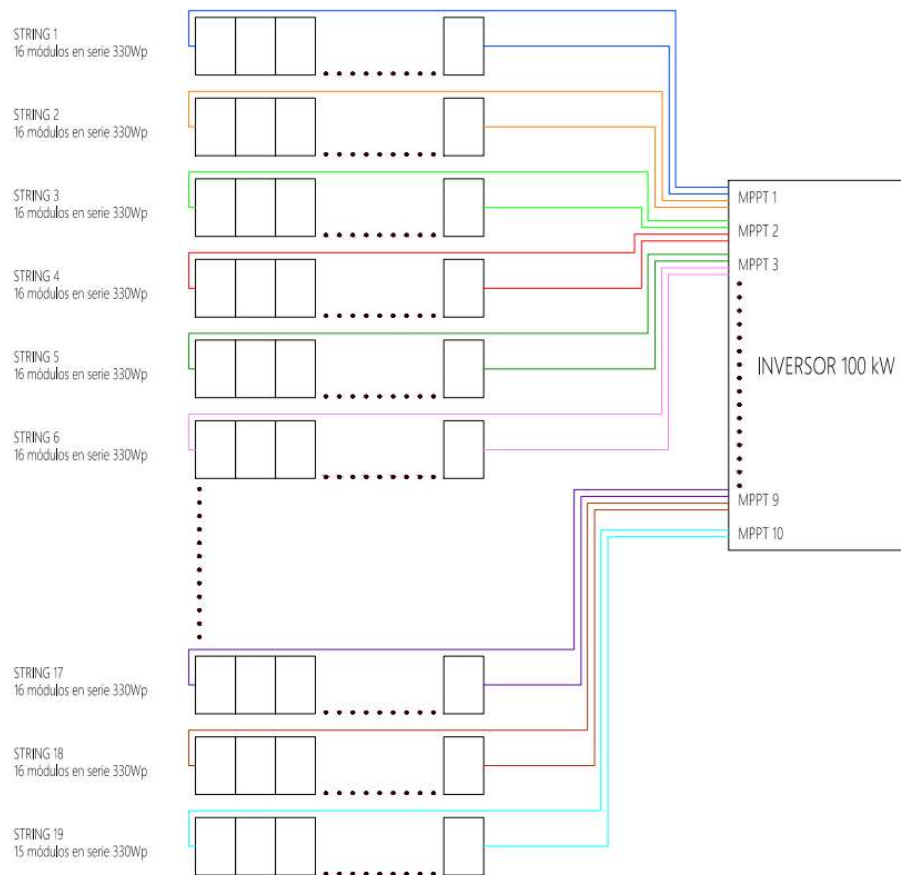


Ilustración 22 Esquema instalación corriente continua.

Para la parte de la instalación en corriente alterna, es decir, la que va del inversor al cuadro eléctrico, su usará:

CA	
$v = \frac{P \cdot L}{c \cdot S \cdot U}$	$\Delta U (\%) = \frac{v}{U} \cdot 100$

Tabla 28 Fórmulas eléctricas empleadas para corriente alterna

En nuestro caso:

$P = 99.99 \text{ kWp}$ (potencia del inversor)

$U = 400 \text{ V}$

$L =$ Longitud de cable, en este caso 2 m.

$S =$ Sección del cable

$I_{inv} =$ La intensidad máxima que puede dar el inversor, en nuestro caso 134,4 A.



C = conductividad del conductor. En nuestro caso cobre.

$$C_{cu}(90^{\circ}\text{C}) = 44 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$$

$$C_{cu}(70^{\circ}\text{C}) = 48 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$$

$$C_{cu}(40^{\circ}\text{C}) = 52 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$$

Con estos valores se procede a calcular la sección mínima requerida para respetar la caída de tensión máxima del 1,5 % en este tramo. Se realiza el cálculo con una temperatura máxima del conductor de cobre de 70°C.

Sección mínima cableado CA	
I_{max} (A)	168
Longitud (m)	2
Conductividad del cobre (70°C)	48
Sección mínima (mm²)	1,16

Tabla 29 Cálculo de sección mínima cableado CA

Por caída de tensión, con cable de 1,5 mm² sería suficiente, ahora vamos a comprobar en la ITC-BT-19 que sección necesitamos para I_{max}.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3 D						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D							3x PVC			3x XLPE o EPR	
G		Cables unipolares separados mínimo D									3x PVC	3x XLPE o EPR	
Cobre		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	160
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	230
		70				140	160	161	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	453
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
		240				315	330	374	419	455	490	552	711
		300				360	404	423	484	524	565	640	821

Tabla 30 Intensidad admisible por tipo de montaje

Por tanto, para nuestro montaje tipo B1 necesitamos al menos conductor de 70 mm².



3.2 Cálculo de las protecciones

Primero vamos a estudiar las protecciones de corriente continua. Para la correcta protección de cada uno de los 19 strings que tenemos en nuestra instalación vamos a usar fusible con curva Gg. Vamos a diferenciar los cálculos para cada uno de los 4 casos de string que se nos presentan:

- String de 16 módulos y cable de 6 mm²:

Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$9,3 \leq 10 \leq 49$$

Cumple

Condición 2:

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$1,9 \times 9,3 \leq 1,45 \times 49$$

Cumple

Se colocan por tanto un total de 6 fusibles de 10 A curva gG, dos por cada uno de los strings, uno por polo.

- String de 15 módulos y cable de 6 mm²:

Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$9,3 \leq 10 \leq 49$$

Cumple

Condición 2:

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$1,9 \times 9,3 \leq 1,45 \times 49$$

Cumple

Se colocan por tanto un total de 2 fusibles de 10 A curva gG, dos por cada uno de los strings, uno por polo.

- String de 16 módulos y cable de 4 mm²:



Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$9,3 \leq 10 \leq 38$$

Cumple

Condición 2:

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$1,9 \times 9,3 \leq 1,45 \times 38$$

Cumple

Se colocan por tanto un total de 20 fusibles de 10 A curva gG, dos por cada uno de los strings, uno por polo.

- String de 16 módulos y cable de 2,5 mm²:

Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$9,3 \leq 10 \leq 29$$

Cumple

Condición 2:

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$1,9 \times 9,3 \leq 1,45 \times 29$$

Cumple

Se colocan por tanto un total de 10 fusibles de 10 A curva gG, dos por cada uno de los strings, uno por polo.

Para esta protección se usarán fusibles de 10x38 del fabricante Autosolar.



Ilustración 23: Caja de fusibles

Para la agrupación y correcta protección de los fusibles se va a proponer una caja TDPF1 del fabricante Cahors con capacidad para albergar hasta 40 fusibles para 20 strings. Además, esta caja incorpora un interruptor de corte en carga.

Para la parte de corriente alterna, del inversor al anclaje a red en el punto cercano al cuadro general de la nave industrial, solo tenemos una distancia de 2 m. Hemos considerado una $I_{cc_{max}}$ de 5 kA, que por métodos de composición y al ser tan corto el cable, nos da una $I_{cc_{min}}$ de 5kA también. Para proteger esta parte se van a dimensionar un interruptor automático y un interruptor diferencial, ambos trifásicos de 3 polos más neutro.

Dimensionado del IA:

Condición 1:

$$P_{dc} > I_{cc_{max}}$$

$$P_{dc} > 5 \text{ kA}$$

Condición 2:

$$I_{cc_{min}} > I_m$$

$$5 \text{ kA} > I_m$$

Condición 3:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$168 \leq 200 \leq 202$$

Condición 4:

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

$$1,15 \times 200 \leq 1,45 \times 202$$

Cumple un interruptor automático de 200 A de intensidad nominal siempre y cuando su poder de corte sea mayor de 5 kA y su intensidad de disparo magnético sea inferior a 5 kA, condición que se cumpla para todos los interruptores de 200 A independientemente de su curva de disparo.

Para este fin se propone un interruptor automático Compact NSX200 CC PV - 200 A - 4P del fabricante Schneider. Su hoja de características se puede consultar en el anexo 5.



Ilustración 24: Interruptor automático de caja moldeada

Para la protección diferencial vamos a elegir un dispositivo de alta inmunidad o con reconexión automática evitar posibles disparos intempestivos. El requisito único requisito a cumplir para el dimensionamiento de este es el de tener una intensidad nominal mayor a la intensidad de funcionamiento de la instalación. Por lo tanto, se propone un relé diferencial con toroide RH10M del fabricante Schneider



Ilustración 25: Relé diferencial con toroide

3.3 Cálculo de la puesta a tierra

Según la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, debemos garantizar que la tensión de contacto no supere en ningún caso los 50 V. Para la puesta a tierra de protección de la instalación fotovoltaica, ya que esta funciona en modo flotante, vamos a tener en consideración la guía BT-26 referente al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, que nos dice que la resistencia a tierra de los edificios sin pararrayos, como es el caso, debe de ser menor de 37Ω .

También debemos tener en cuenta que esta nueva tierra ha de tener una separación suficiente respecto a la tierra de servicio del C.T. y de la tierra de protección ya existente. Se va a considerar una resistividad del terreno de $200 \Omega \text{ m}$ y un I_d de 300 A, suministrada por la compañía distribuidora.

Para esta tierra se escoge un electrodo de 2 x 2 metros con picas de 2 metros de longitud, que hacen que R_t sea:

$$R_t = K_r \times \rho = 0,135 \times 200 = 27 \Omega$$

La distancia entre tierras será de al menos:

$$D \geq (\rho \times I_d) / 2000 \times \pi; D \geq (200 \times 300) / 2000 \times 3,14; D \geq 9,54 \text{ m}$$

Por tanto, se guardará al menos una distancia de 9,54 m entre la tierra de protección de la instalación fotovoltaica y las tierras de servicio y protección ya existentes.

3.4 Estudio económico.

En este apartado se van a realizar los cálculos económicos pertinentes para analizar los distintos periodos de retorno y la rentabilidad del proyecto.

Para la realización de los cálculos a continuación se van a tener en cuenta los siguientes datos:

- Ahorro anual ya calculado en el apartado 2.2.2 de la memoria.
- Un aumento medio anual del 2 % del IPC.
- Un aumento anual de la electricidad del 4,5 %.
- Un coste de mantenimiento anual de la instalación de 500 € anuales.
- El estudio se va a realizar sin IVA en ninguno de los apartados

Los resultados son los siguientes:

	Pago Instalación	Ahorro	Mantenimiento	Cash Flow	Balance
Año 0	-	-	-	-	-78.248,78
Año 1	-78.248,78	11.160,48	500,00	10.660,48	-67.588,30
Año 2		11.662,70	510,00	11.152,70	-56.435,60
Año 3		12.187,52	520,20	11.667,32	-44.768,28
Año 4		12.735,96	530,60	12.205,36	-32.562,92
Año 5		13.309,08	541,22	12.767,86	-19.795,05
Año 6		13.907,99	552,04	13.355,95	-6.439,11
Año 7		14.533,85	563,08	13.970,77	7.531,66
Año 8		15.187,87	574,34	14.613,53	22.145,19
Año 9		15.871,33	585,83	15.285,50	37.430,69
Año 10		16.585,54	597,55	15.987,99	53.418,67
Año 11		17.331,88	609,50	16.722,39	70.141,06
Año 12		18.111,82	621,69	17.490,13	87.631,19
Año 13		18.926,85	634,12	18.292,73	105.923,92



	Pago Instalación	Ahorro	Mantenimiento	Cash Flow	Balance
Año 14		19.778,56	646,80	19.131,76	125.055,68
Año 15		20.668,59	659,74	20.008,85	145.064,53
Año 16		21.598,68	672,93	20.925,75	165.990,28
Año 17		22.570,62	686,39	21.884,23	187.874,51
Año 18		23.586,30	700,12	22.886,18	210.760,69
Año 19		24.647,68	714,12	23.933,56	234.694,25
Año 20		25.756,83	728,41	25.028,42	259.722,67
Año 21		26.915,89	742,97	26.172,91	285.895,58
Año 22		28.127,10	757,83	27.369,27	313.264,85
Año 23		29.392,82	772,99	28.619,83	341.884,68
Año 24		30.715,50	788,45	29.927,05	371.811,73
Año 25		32.097,69	804,22	31.293,48	403.105,21

Tabla 31 Análisis económico

TIR = 16%

Como se puede apreciar en la tabla anterior, con el presupuesto actual y nuestra instalación, la inversión se habrá recuperado en el séptimo año, con un gran margen de beneficio en los 25 años de funcionamiento estimado de la instalación fotovoltaica, comprobándose de esta manera que las inversiones en instalaciones fotovoltaicas en particular, y en energías renovables de forma general, son unas de las más rentables a día de hoy.

Otro de los aspectos interesantes a calcular, es la del posible descuento de un 35% del precio de la instalación en base a subvenciones de la Agencia Andaluza de la Energía. Esta empresa cumple los requisitos de PYME de menos de 250 empleados y el de poder demostrar actividad en la propia nave industrial, por lo que acogándose al plan PYME SOSTENIBLE de la Junta de Andalucía, y siendo la empresa instaladora colaboradora de la AAE, la subvención sería concedida.



Aunque no sea esta subvención objeto del proyecto, al ser un cálculo sencillo y ser candidata a este descuento, se va a realizar el mismo estudio, pero con la hipotética subvención aplicada:

	Pago Instalación	Ahorro	Mantenimiento	Cash Flow	Balance
Año 0	-	-	-	-	-50.861,71
Año 1	-50.861,71	11.160,48	500,00	10.660,48	-40.201,23
Año 2		11.662,70	510,00	11.152,70	-29.048,53
Año 3		12.187,52	520,20	11.667,32	-17.381,20
Año 4		12.735,96	530,60	12.205,36	-5.175,84
Año 5		13.309,08	541,22	12.767,86	7.592,02
Año 6		13.907,99	552,04	13.355,95	20.947,97
Año 7		14.533,85	563,08	13.970,77	34.918,73
Año 8		15.187,87	574,34	14.613,53	49.532,26
Año 9		15.871,33	585,83	15.285,50	64.817,76
Año 10		16.585,54	597,55	15.987,99	80.805,75
Año 11		17.331,88	609,50	16.722,39	97.528,13
Año 12		18.111,82	621,69	17.490,13	115.018,27
Año 13		18.926,85	634,12	18.292,73	133.311,00
Año 14		19.778,56	646,80	19.131,76	152.442,75
Año 15		20.668,59	659,74	20.008,85	172.451,61
Año 16		21.598,68	672,93	20.925,75	193.377,35
Año 17		22.570,62	686,39	21.884,23	215.261,58
Año 18		23.586,30	700,12	22.886,18	238.147,76
Año 19		24.647,68	714,12	23.933,56	262.081,32
Año 20		25.756,83	728,41	25.028,42	287.109,74
Año 21		26.915,89	742,97	26.172,91	313.282,66
Año 22		28.127,10	757,83	27.369,27	340.651,92



	Pago Instalación	Ahorro	Mantenimiento	Cash Flow	Balance
Año 23		29.392,82	772,99	28.619,83	369.271,76
Año 24		30.715,50	788,45	29.927,05	399.198,80
Año 25		32.097,69	804,22	31.293,48	430.492,28

Tabla 32 Análisis económico con subvención

TIR = 25%

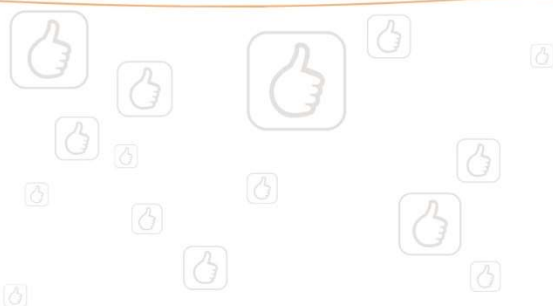
Con esta subvención la inversión estaría recuperada en tan solo 5 años.



3.5 Hojas de características

Hoja de características de los módulos fotovoltaicos

→ www.atersa.com



atersa
grupo elector

ptimum
nueva gama



Módulo solar fotovoltaico (72 células 6")
A-xxxP GS (320/325/330/335/340 W)

- **Optimice sus instalaciones.**
- **Alta eficiencia** del módulo y potencia de salida estable, basado en una tecnología de proceso innovadora.
- **Funcionamiento eléctrico excepcional** en condiciones de alta temperatura o baja irradiación.
- Facilidad de instalación gracias a un **diseño de ingeniería innovador.**
- **Riguroso control de calidad** que cumple con los más altos estándares internacionales.
- **Garantía, 10 años** contra defectos de fabricación y **25 años** en rendimiento.



Para una información más detallada de los términos de la garantía, consulte:
→ www.atersa.com

Módulos fotovoltaicos para el futuro



A-xxxP GS (ES) (xxx = potencia nominal)

Características eléctricas	A-320P GS	A-325P GS	A-330P GS	A-335P GS	A-340P GS
Potencia Máxima (P _{max})	320 W	325 W	330 W	335 W	340 W
Tensión Máxima Potencia (V _{mp})	37.65 V	37.80 V	37.95 V	38.20 V	38.50 V
Corriente Máxima Potencia (I _{mp})	8.50 A	8.60 A	8.70 A	8.77 A	8.84 A
Tensión de Circuito Abierto (V _{oc})	45.35 V	45.45 V	45.55 V	46.10 V	46.40 V
Corriente en Cortocircuito (I _{sc})	9.10 A	9.20 A	9.30 A	9.38 A	9.45 A
Eficiencia del Módulo (%)	16.49	16.75	17.01	17.26	17.52
Tolerancia de Potencia (W)	0/+5				
Máxima Serie de Fusibles (A)	15				
Máxima Tensión del Sistema	DC 1000 V (IEC)				
Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula (°C)	45.0±2				

Características eléctricas medidas en Condiciones de Test Standard (STC), definidas como: Irradiación de 1000 w/m², espectro AM 1.5 y temperatura de 25 °C.
Tolerancias medida STC: ±3% (P_{mp}); ±10% (I_{sc}, V_{oc}, I_{mp}, V_{mp}).

Especificaciones mecánicas

Dimensiones (± 2.0 mm.)	1956x992x40 mm.
Peso (± 0.5 kg.)	20.9 kg
Máx. carga estática, frontal (nieve y viento)	2400 Pa (**)
Máx. carga estática, posterior (viento)	2400 Pa
Máx. impacto granizo (diámetro/velocidad)	25 mm / 23 m/s

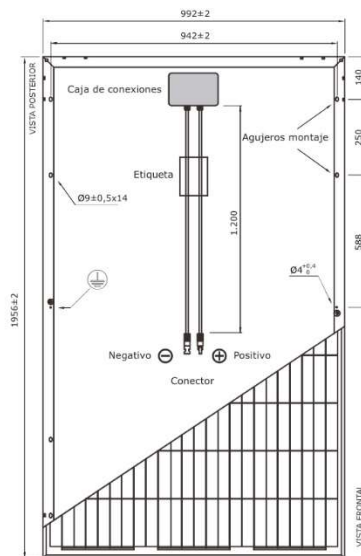
(**) 5400 Pa con marco de 45 mm.

Materiales de construcción

Cubierta frontal (material/tipo/espesor) (*)	Cristal templado/grado PV/3.2 mm.
Células (cantidad/tipo/dimensiones)	72 células (6x12)/Policristalina/156.75 x 156.75 mm.
Marco (material/color)	Aleación de aluminio anodizado/plata
Caja de conexiones (protección/nº diodos)	IP68/3 diodos
Cable (longitud/sección)/ Conector	1.200mm./ 4 mm ² / Compatible MC4 IP67

(*) Con capa anti-reflectante

Vista genérica construcción módulo



El dibujo no está a escala

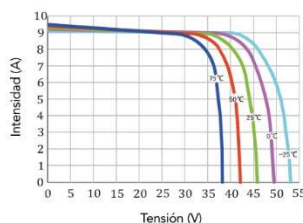
Características de temperatura

Coef. Temp. de I _{sc} (TK I _{sc})	0.08558% / °C
Coef. Temp. de V _{oc} (TK V _{oc})	-0.29506% / °C
Coef. Temp. de P _{max} (TK P _{max})	-0.38001% / °C
Temperatura de Funcionamiento	-40 a +85 °C

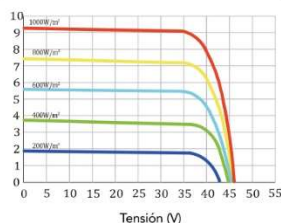
Embalaje

Módulos/palé	26 pzas
Palés/contenedor 40' HQ	24 palés
Módulos/contenedor 40' HQ	624 pzas
Palés/contenedor 20'	9 palés
Módulos/contenedor 20'	234 pzas

Temperatura Varía (A-325P GS)



Irradiación Varía (A-325P GS)



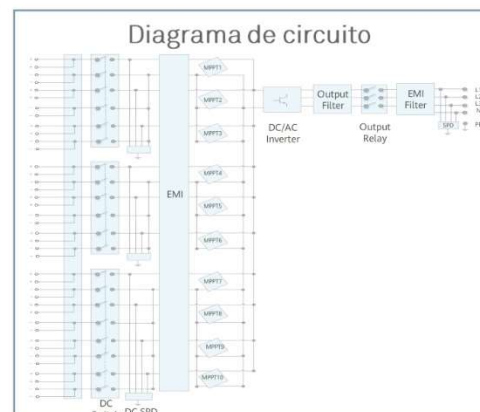
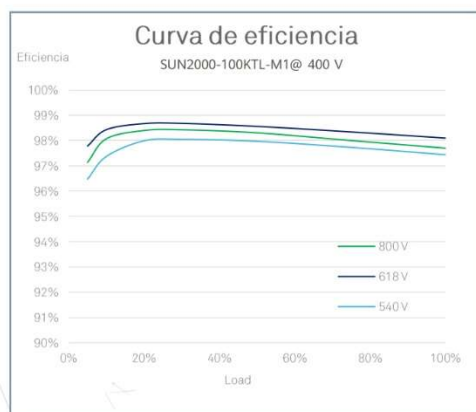
NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

Hoja de características del inversor:

SUN2000-100KTL-M1
Inversor de String Inteligente



- | | | | |
|---|---|--|--|
| 
10
Seguidores MPPT | 
98.8%
Máx. Eficiencia | 
Monitorización a nivel
de string | 
Diagnóstico inteligente
de curvas I-V admitido |
| 
Detección de corriente
residual integrada | 
Diseño
sin fusibles | 
Protección contra
sobretensiones DC y AC | 
IP66
Protección |



Preliminary Version

SOLAR.HUAWEI.COM

SUN2000-100KTL-M1

Especificaciones técnicas

Eficiencia	
Máx. Eficiencia	98.8% @480 V; 98.6% @380 V/400 V
Eficiencia europea	98.6% @480 V; 98.4% @380 V/400 V
Entrada	
Máx. tensión de entrada	1,100 V
Máx. intensidad por MPPT	26 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	40 A
Tensión de entrada inicial	200 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	570 V @380 V; 600 V @400 V; 720 V @480 V
Número de entradas	20
Número de MPPTs	10
Salida	
Potencia nominal activa de CA	100,000 W (380 V / 400 V / 480 V @40°C)
Máx. potencia aparente de CA	110,000 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=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 de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad de salida nominal	152.0 A @380 V; 144.4 A @400 V; 120.3 A @480 V
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 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	<3%
Protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado CC	Sí
Protección contra funcionamiento en isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa de CC	Sí
Monitorización de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos	Sí
Protector contra sobretensiones de CC	Tipo II
Protector contra sobretensiones de CA	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Sí
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Sí
Comunicaciones	
Monitor	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sí
RS485	Sí
MBUS	Sí (Transformador de aislamiento requerido)
General	
Dimensiones (ancho x alto x profundidad)	1,035 x 700 x 365mm (40.7 x 27.6x 14.4 pulgadas)
Peso (con soporte de montaje)	90 kg (198.4 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Enfriamiento	Ventilación inteligente
Altitud de operación	4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%
Conector de CC	Staubli MC4
Conector de CA	Conector resistente al agua + OT/DT Terminal
Clase de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Cumplimiento estándar (Más información disponible a pedido)	
Certificados	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683

Preliminary Version

SOLAR.HUAWEI.COM

Hoja de características de la estructura:

PLAZO DE ENTREGA INMEDIATO

KH915 Premontado

Perfiles completamente mecanizados, embalados y listos para su montaje.

Estructura formada por perfiles RCVE 4.0 y fijación L120

CARGAS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Peso propio paneles	121 N/m ²
Sobrecarga de uso	No está prevista ni para mantenimiento
Viento	España 29 m/s Eurocódigo 1 Portugal 27 m/s Eurocódigo 1
Periodo retorno	10 años
Altura máxima	España 5 m. / Portugal 8 m.
Categoría del terreno	III. Áreas con recubrimiento regular de vegetación o edificios u obstáculos aislados con separación máxima de 20 veces la altura del obstáculo (por ejemplo, pueblos, terreno suburbano, bosques)
Carga de nieve	Válido para España y Portugal para zona III. 200 N/m ²

MATERIALES

Perfilería de aluminio	EN AW 6005A T6.
Tornillería	Tornillería acero inoxidable A2-70

CLÁUSULAS:

- (1) El montador de una instalación fotovoltaica debe garantizar antes del montaje que la cubierta soporta las cargas transmitidas, para su correcta instalación.
- (2) Se deberán respetar todas las recomendaciones indicadas en los planos de montaje.
- (3) Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.
- (4) Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte y dejando los sobrantes en los extremos.
- (5) Se deberá seguir el plan de mantenimiento que proporciona Cambio Energético.
- (6) Documentos relacionados:
 - Plano de montaje.
 - Manual de montaje.
 - Reacciones y anclajes.
 - Certificado de garantía.
- (7) Nos reservamos el derecho a realizar modificaciones en el producto en cualquier momento sin aviso previo si desde nuestro punto de vista son necesarias para la mejora de la calidad. Las ilustraciones pueden ser sólo ejemplos y, por tanto, la imagen que aparece puede diferir del producto suministrado.

CARACTERÍSTICAS DEL PRESOR:

- Válido para módulos de 33 hasta 50 mm. de espesor.
- Fácil montaje.

Presor central

Presor lateral

Válido para:

- Chapa simple.
- Chapa sandwich.
- Cubiertas de hormigón.
- Fijación sobre subestructura.

Disponibilidad de tuercas antirrobo.
Opción de aluminio acabado en crudo y anodizado.
Material 100% reciclable.

CÓMODA INSTALACIÓN.
Garantía: Hasta 25 años*

*Ver condiciones especiales de garantía.

CAMBIO ENERGÉTICO
ESPECIALISTAS EN AHORRO ENERGÉTICO Y RENOVABLES

FICHA TÉCNICA

Ficha técnica del Interruptor Automático:

Hoja de características del producto
Características

LV438201

Interruptor automático Compact NSX200 CC PV -
TM-D - 200 A - 4P



Principal

Gama	Compact
Nombre del producto	Compact NSX DC
Gama de producto	NSX100...250 CC PV
Nombre corto del dispositivo	Compact NSX200 CC PV
Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	4P
Descripción de polos protegidos	4t
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	200 A en 40 °C
[Ue] Tensión nominal de empleo	1000 V CC acorde a IEC 60947-2
Tipo de red	CC
Poder de seccionamiento	Sí acorde a IEC 60947-2
Categoría de empleo	Categoría A
[Icu] rated ultimate short-circuit breaking capacity	10 kA Icu en 1000 V CC acorde a IEC 60947-2
Unidad de control	TM-D
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Funciones de protección de unidad de control	LI
Tipo de control	Maneta
Circuit breaker mounting mode	Fijo

Complementario

[Ui] Tensión nominal de aislamiento	1000 V CC acorde a IEC 60947-2
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV acorde a IEC 60947-2
Durabilidad mecánica	10000 ciclos

29-ago-2020

Life is On | Schneider
Electric

1

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.



Soporte de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte frontal
Tipo de protección	Protección contra sobrecarga (térmica) Protección contra cortocircuitos (magnética)
Calibre de la unidad de disparo	250 A en 40 °C
Long-time pick-up adjustment type Ir (thermal protection)	Ajustable
[Ir] long-time protection pick-up adjustment range	0,7...1 x In
Long-time protection delay adjustment type tr	Fijo
Width (W)	140 mm
Height (H)	161 mm
Depth (D)	186 mm
Peso del producto	2,8 kg

Entorno

Normas	EN/IEC 60947
Certificaciones de producto	EAC CCC
Grado de contaminación	3 acorde a IEC 60947-2
Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 acorde a EN 50102

Unidades de embalaje

Peso del paquete 1	2,613 kg
Paquete 1 Altura	1,380 dm
Paquete 1 ancho	1,450 dm
Paquete 1 Longitud	1,900 dm

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Perfil de circularidad	Información de fin de vida útil

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del relé diferencial:

Hoja de características del producto 56135
Características RH10M 0,3A 220a240Vca 50/60/400Hz



Principal

Gama	Vigirex
Gama de producto	Vigirex
Nombre corto del dispositivo	RH10M
Tipo de producto o componente	Residual current protection relay ((*))
Compatibilidad de gama	Vigirex RH TOA Toroidales diferenciales cerrados tipo A y tipo abiertos TOA Vigirex RH A Toroidales diferenciales cerrados tipo A y tipo abiertos TOA
Aplicación del relé	Reles de protección frente a corriente residual

Complementario

Sistema de conexión a tierra	TT IT TN-S
[Us] tensión de alimentación asignada	220...240 V CA 50/60 Hz 220...240 V CA 400 Hz
Consumo de potencia en W	4 VA
Tipo de medición	Medición interna de corriente de fugas a tierra, rango: 80...100 %
Tipo de ajuste de la temporización del disparo diferencial	Instantáneo 0,3 A
Función de prueba	Test remoto Local
Monitorización	Componentes electrónicos - tipo de cable: continuo) Alimentación - tipo de cable: continuo) Enlace relé/sensor - tipo de cable: continuo)
[Ithe] intensidad térmica convencional en la envolvente	8 A
Carga mínima	10 mA en 12 V
Peso del producto	0,3 kg
Resistencia mecánica	Resistencia al fuego acorde a IEC 60695-2-1 Protección IK 2 joules, estado 1 IK07 acorde a EN 50102 Protección IP, estado 1 IP20 acorde a IEC 60529 Protección IP, estado 1 IP30 acorde a IEC 60529

01-sep-2020

Life is On | Schneider
Electric

1

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios



	Protección IP, estado 1 IP40 acorde a IEC 60529 Vibraciones 13,2-100 Hz, estado 1 0,7 g Vibraciones 2-13,2 Hz, estado 1 +/- 1 mm
Clase de protección contra fugas a tierra	Clase A si Clase AC
Categoría de sobretensión	IV
Inviolabilidad de los ajustes	Protegido por cubierta precintable
Soporte de montaje	Carril DIN
Altura	97 mm
Anchura	54 mm
Profundidad	74 mm
Pasos de 9 mm	6
Conexiones - terminales	Alimentación auxiliar, estado 1 bornero cable(s) 0,2...2,5 mm ² Flexible AWG 24...AWG 12 Alimentación auxiliar, estado 1 bornero cable(s) 0,2...2,5 mm ² rígido AWG 24...AWG 12 Alimentación auxiliar, estado 1 bornero cable(s) 0,25...2,5 mm ² Flexible AWG 24...AWG 12 Contactos de defecto, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,2...2,5 mm ² Flexible AWG 24...AWG 12 Contactos de defecto, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,2...4 mm ² rígido AWG 24...AWG 12 Contactos de defecto, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,25...2,5 mm ² Flexible AWG 24...AWG 12 Contactos de test y borna de reset de defecto, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,14...1 mm ² Flexible AWG 26...AWG 16 Contactos de test y borna de reset de defecto, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,14...1,5 mm ² rígido AWG 26...AWG 16 Contactos de test y borna de reset de defecto, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,25...0,5 mm ² Flexible AWG 26...AWG 16 Toroidal, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,14...1 mm ² Flexible AWG 26...AWG 16 Toroidal, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,14...1,5 mm ² rígido AWG 26...AWG 16 Toroidal, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,25...0,5 mm ² Flexible AWG 26...AWG 16 Presencia de tensión, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,2...2,5 mm ² Flexible AWG 24...AWG 12 Presencia de tensión, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,2...4 mm ² rígido AWG 24...AWG 12 Presencia de tensión, estado 1 terminal de tornillo cable(s) 0,25...2,5 mm ² Flexible AWG 24...AWG 12
Longitud de cable pelado para conectar bornas	Alimentación auxiliar, estado 1 7 mm para superior conexión Contactos de defecto, estado 1 8 mm para inferior conexión Contactos de test y borna de reset de defecto, estado 1 5 mm para inferior conexión Toroidal, estado 1 5 mm para superior conexión Presencia de tensión, estado 1 8 mm para inferior conexión
Par de apriete	Alimentación auxiliar, estado 1 0,6 N.m superior Contactos de defecto, estado 1 0,6 N.m inferior Contactos de test y borna de reset de defecto, estado 1 0,25 N.m inferior Toroidal, estado 1 0,25 N.m superior Presencia de tensión, estado 1 0,6 N.m inferior

Entorno

Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-55...85 °C
Compatibilidad electromagnética	Emisiones conducidas e irradiadas, estado 1 B acorde a CISPR 11 Prueba de inmunidad de radio frecuencia conducida, estado 1 3 acorde a IEC 61000-4-6 Prueba de inmunidad ante descarga electrostática, estado 1 4 acorde a IEC 61000-4-2 Susceptibilidad conducida de energía elevada, estado 1 4 acorde a IEC 61000-4-5 Susceptibilidad conducida de baja energía, estado 1 4 acorde a IEC 61000-4-4 Susceptibilidad radiada, estado 1 3 acorde a IEC 61000-4-3
Clase de protección contra descargas eléctricas	Clase II

Unidades de embalaje

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Peso del paquete 1	0,276 kg
Paquete 1 Altura	8,500 cm
Paquete 1 ancho	7,600 cm
Paquete 1 Longitud	9,100 cm



Tipo de unidad del paquete 2	S03
Número de unidades en el paquete 2	36
Peso del paquete 2	10,135 kg
Paquete 2 Altura	30 cm
Ancho del paquete 2	30 cm
Longitud del paquete 2	40 cm

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Perfil de circularidad	Información de fin de vida útil
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Período de garantía	18 months
---------------------	-----------



Hoja de características del interruptor de corte en carga:

DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD



La Empresa:

Nombre: CAHORS ESPAÑOLA S.A.		
Dirección: Ctra. Vilamalla a Figueres, km 1 (Vilamalla)		
Teléfono: (+34) 972 526 000	Fax: (+34) 972 525 000	

Declara bajo su única responsabilidad que el producto:

El modulo interruptor para instalaciones fotovoltaicas 0234804-FOT y 0234803-M44FOT

Se halla en conformidad con las directivas europeas siguientes:

Referencia:	Título
73/23/CEE	Directiva Material Eléctrico (Baja Tensión)
93/68/CEE	Modificación de la Directiva 73/23/ CEE
89/336 CEE	Directiva de la compatibilidad electromagnética
92/31 CEE	Modificación de la Directiva 89/336/ CEE
93/98 CEE	Modificación de la Directiva 89/336/ CEE

Referencia de las normas técnicas aplicadas:

Referencia:	Título
UNE 20324	Grado de protección (IP 43)
UNE EN 50102	Grado de protección contra impactos mecánicos (IK 09)
IEC 60439-1	Conjuntos de aparamenta de baja tensión : Parte 1
UNE 60228	Cableado 450/750V, Clase 2 Rígido
UNE 21305	Clase Térmica A
REBT	Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002
Capítulo 08	Normas particulares Sevillana Endesa 2005- capítulo 08 actualización 2007 – apartado 3.2

Sistema de Calidad:

Cahors Española, S.A. tiene implantado un sistema para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo y la producción según norma UNE-EN-ISO 9001. Dicho sistema ha sido certificado por AENOR con el nº ER-016/1/93.

Nombre y Apellidos : Ricardo Martín.
Cargo: Director Técnico.
Lugar y Fecha: Vilamalla, 01 de Enero del 2010.



Hoja de características del cable fotovoltaico:

BAJA TENSIÓN CA: 0,6/1kV - CC: 1,8 kV

TOPSOLAR PV

Norma de referencia: TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

CE TÜV Rheinland RoHS

ZZ-F

Cables para instalaciones solares fotovoltaicas

DISEÑO

Conductor
Cobre electrolítico estallado, clase 5 (flexible) según EN 60228.

Aislamiento
Goma libre de halógenos tipo E16.

Cubierta
Goma ignífuga tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Color negro y rojo.

APLICACIONES
Cables flexibles aptos para servicios móviles y para instalación fija. Adecuados para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Cables especialmente diseñado para su uso a la intemperie en plenas garantías.

Embalaje
Disponible en rollos con film retráctil (longitudes de 50 y 100 m) y bobinas.

CONDICIONES DE INSTALACIÓN

- Conductor flexible clase 5H
- Radio de curvatura: 1 x diámetro exterior
- Resistencia a los impactos: A62 No-Blo
- Resistencia a los rayos ultravioleta
- Indicaciones solares fotovoltaicas
- Temperatura máxima de servicio: -40°C
- Marcaje: metro a metro
- Resistencia al agua: A37 Inmersión
- Vida útil 30 años según IEC 60284-2
- Intemperie
- Temperatura máxima del conductor: 120°C
- No propagación de la llama
- Resistencia a los gases químicamente agresivos
- Resistencia a grasas y aceites
- Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (durante 5 s)
- Instalación al aire libre permanentemente
- Resistencia a temperaturas ambientales extremas: excelente
- Resistencia a abrasión

Norma nacional / Europea: UNE-EN 60332-1 / UNE-EN 50267-1 / UNE-EN 50267-2 / UNE-EN 61034 / NF C 32-070 (C2)
Norma internacional: IEC 60332-1 / IEC 60754-1 / IEC 60754-2 / IEC 61034

DIMENSIONES						
Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre (A)	Int. Sobre Superficie (A)	Int. Adyacente a Superficie (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 2,5	4,8	42	46	39	33	23,0
1 x 4	5,3	57	55	52	44	14,3
1 x 6	5,9	76	70	67	57	9,49
1 x 10	7,0	120	98	93	79	5,46
1 x 16	8,2	179	132	125	107	3,47
1 x 25	10,8	294	176	167	142	2,23
1 x 35	11,9	390	218	207	176	1,58

Otros datos técnicos pueden consultarse en la especificación particular del cable.

Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.



Hoja de características del monitorizador:

SmartLogger3000A



Inteligente

Diseño de control de exportación inteligente cero



Seguro

Fácil de instalar en el sitio



Fiable

Protección contra sobretensiones

Especificaciones técnicas	SmartLogger3000A
Gestión de dispositivos	
Max. Número de dispositivos manejables	80
Interfaz de comunicación	
WAN	WAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps
LAN	LAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps
RS485	COM x 3, 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps, 1000 m
MBUS	MBUS x 1, 115.2 kbps, Compatible con PLC
2G / 3G / 4G ¹	LTE(FDD) : B1,B2,B3,B4,B5,B7,B8,B20 DC-HSPA+/HSPA+/HSPA/UMTS : 850/900/1900/2100 MHz GSM/GPRS/EDGE: 850/900/1800/1900 MHz ²
Entrada / salida digital / analógica	DI x 4, DO x 2, AI x 4
DO activo	12V, 100mA (conexión con relé, sensor)
Protocolo de comunicación	
Ethernet	Modbus-TCP, IEC 60870-5-104
RS485	Modbus-RTU, IEC 60870-5-103 (estándar), DL / T645
Interacción	
LED	LED Indicator x 3 – RUN, ALM, 4G
WEB	Web incrustada
USB	USB 2.0 x 1
APP	Comunicación por WLAN para la puesta en servicio
Ambiente	
Rango de temperatura de operación	-40°C ~ 60°C
Temperatura de almacenaje	-40°C ~ 70°C
Humedad relativa (sin condensación)	5% ~ 95%
Max. Altitud de operación	4,000 m
Alimentación	
Fuente de alimentación de CA	100 V ~ 240 V, 50 Hz / 60 Hz
Fuente de alimentación de CC	12 V / 24 V
Consumo de energía	Típico 8 W, Max. 15 W
Datos generales	
Dimensiones (W x H x D)	225 x 160 x 44 mm (sin orejas de montaje y antena)
Peso	2 kg
Grado de protección	IP20
Opciones de instalación	Montaje en pared, montaje en riel DIN, montaje de mesa

¹ Al poner dentro de la caja de metal, se necesitará antena extendida.

² Para recomendada lista y datos de portadores en frecuencias compatibles, póngase en contacto con los distribuidores locales.

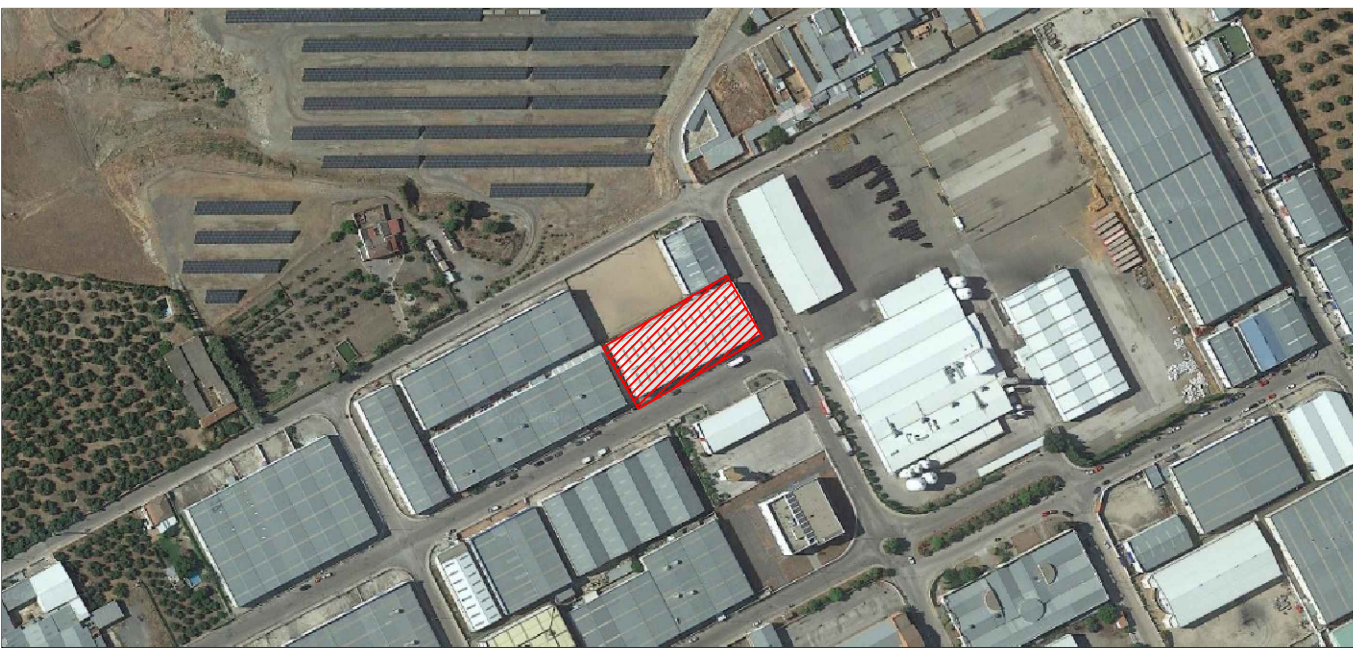


4 PLANOS

SITUACIÓN



SITUACIÓN



CATASTRO

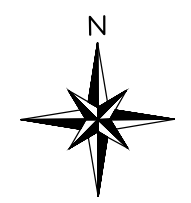


EMPLAZAMIENTO



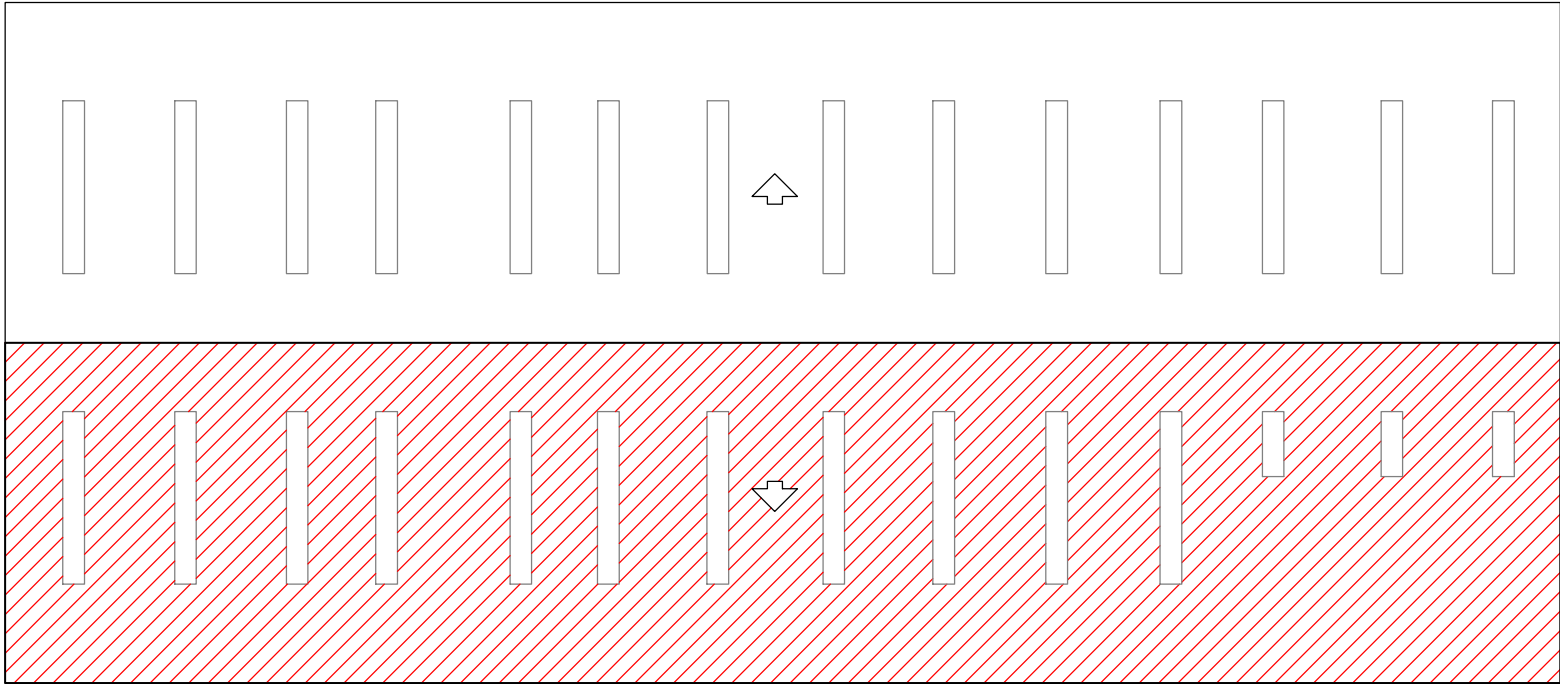
DATOS DEL INMUEBLE

Localización: C/Polígono Industrial Aquisgrana, Calle Austria, S/N
23200 La Carolina (Jaén)
Acceso: Autovía de Andalucía (N-IV)
Referencia Catastral: 7076019VH4377N0001TB
Clase: Urbano
Uso principal: Industrial
Año construcción: 2003
Superficie construida: 2.259 m²
Superficie gráfica de parcela: 3.187 m²

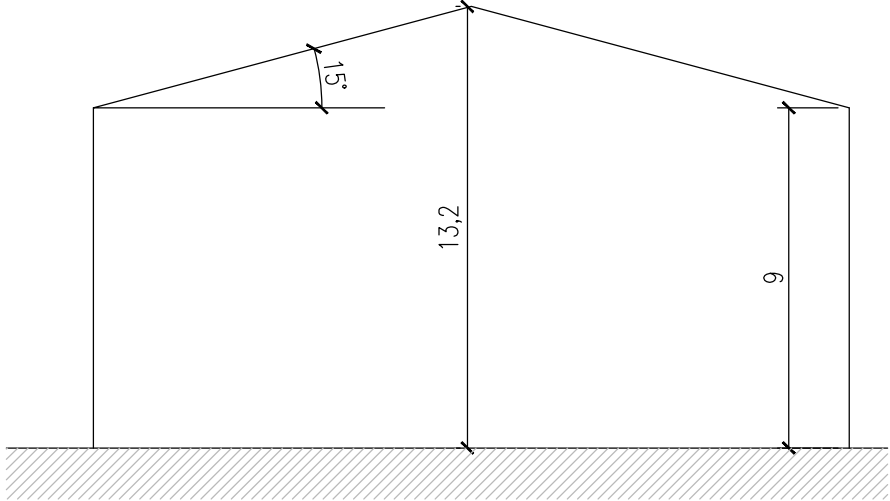


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	02/09/2020	JUAN ANTONIO EXPÓSITO LLOPIS		
COMPROBADO				
ESCALA:	DISEÑO, CÁLCULO Y CONTROL DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CON VERTIDO A RED, SITUADA EN NAVE INDUSTRIAL DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA CAROLINA PLANO 1: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO			Nº PLANO 1
S/E				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

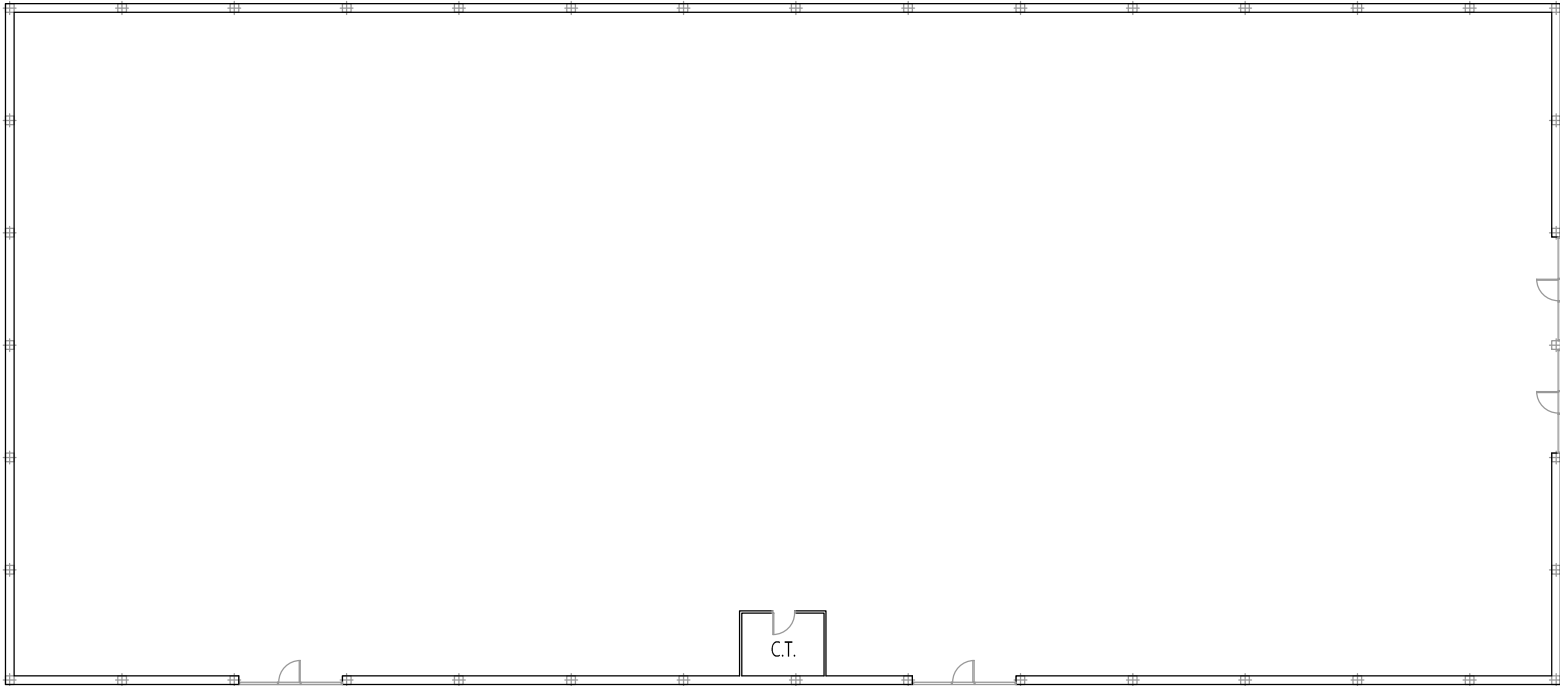
PLANTA CUBIERTA



ESQUEMA ALZADO



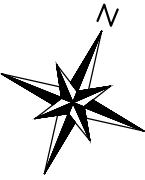
PLANTA BAJA



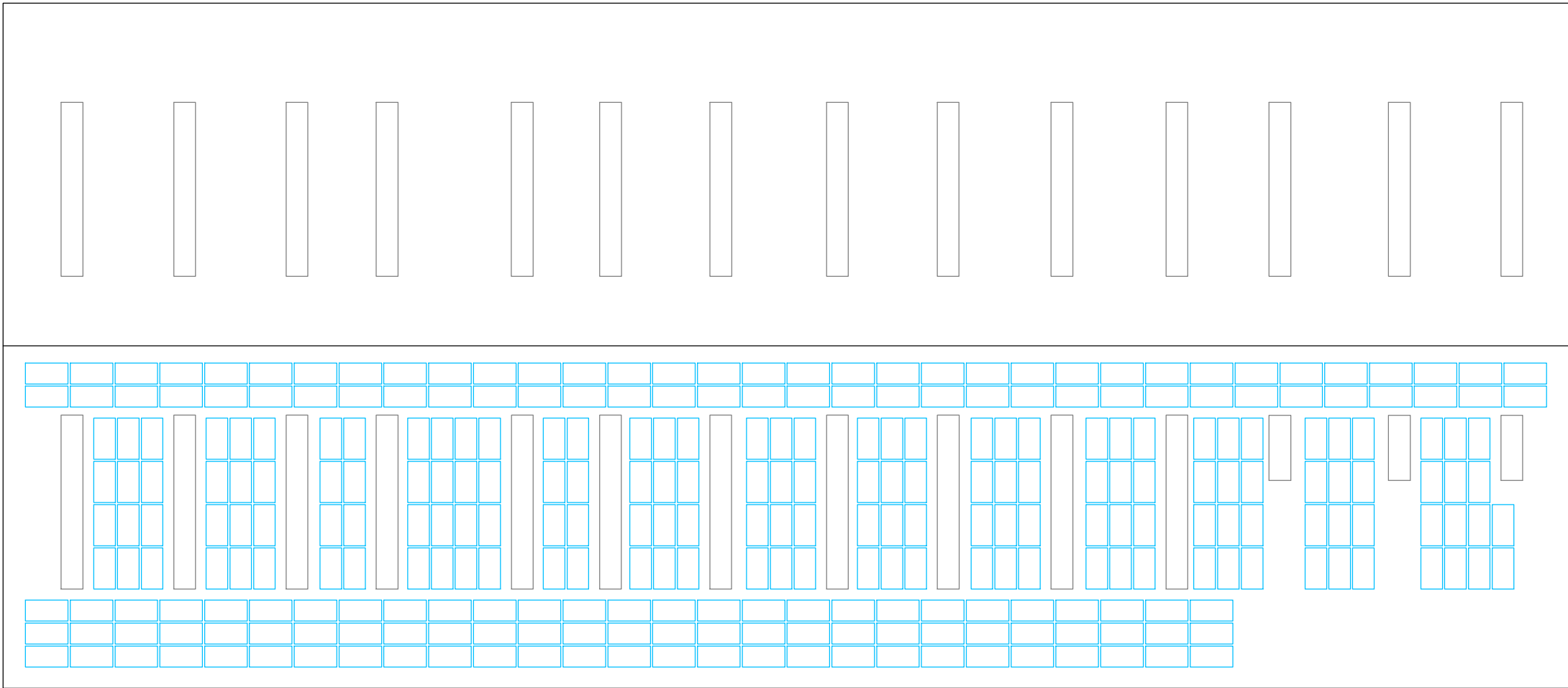
CARACTERÍSTICAS DE LA CUBIERTA

INCLINACIÓN: 15°
FORMACIÓN: ESTRUCTURA METÁLICA Y PANEL TIPO SANDWICH
SUPERFICIE TOTAL CUBIERTA: 1160 m²
SUPERFICIE ÚTIL PARA INSTALACIÓN: 1035 m²
ACIMUT: -27°

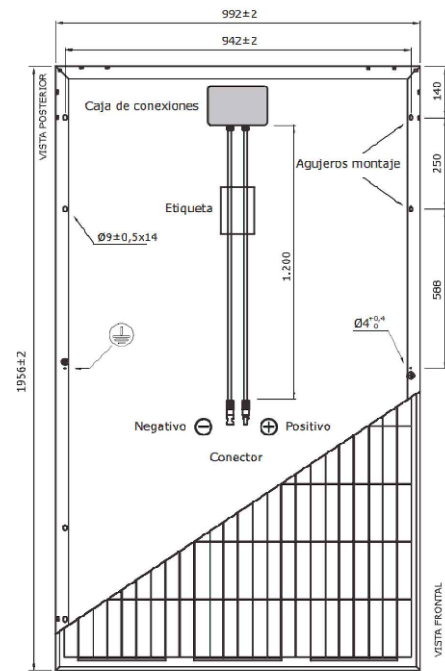
 ÁREA AFECTADA DE LA CUBIERTA



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	02/09/2020	JUAN ANTONIO EXPÓSITO LLOPIS			
COMPROBADO					
ESCALA:	DISEÑO, CÁLCULO Y CONTROL DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CON VERTIDO A RED, SITUADA EN NAVE INDUSTRIAL DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA CAROLINA PLANO 2: PLANTAS GENERALES			Nº PLANO	
1/350				2	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

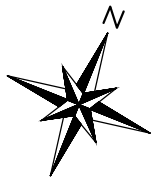


MÓDULO FOTOVOLTAICO



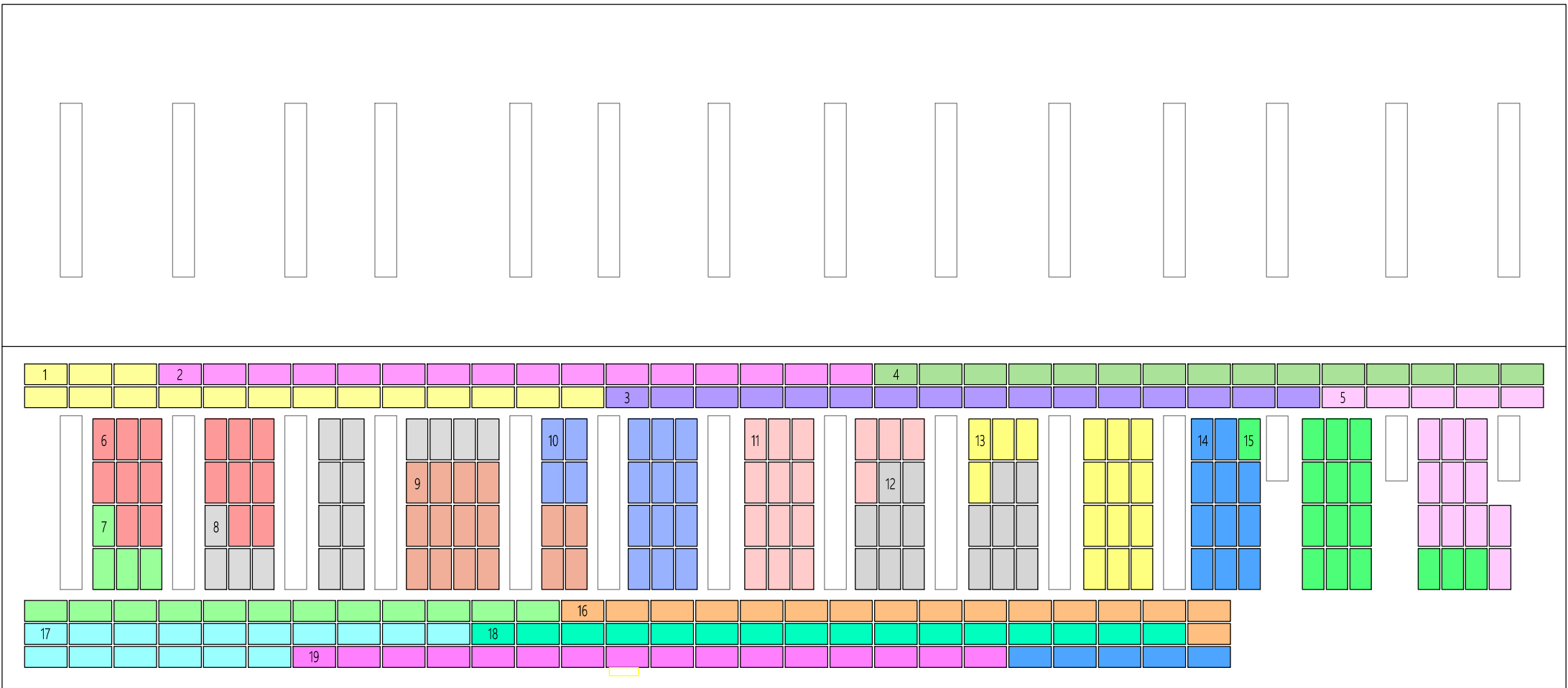
CARACTERÍSTICAS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS:

POTENCIA MÁXIMA (Pmax): 330 W
TENSIÓN DE MÁXIMA POTENCIA (Vmp): 37,95 V
INTENSIDAD DE MÁXIMA POTENCIA (Imp): 8,7 A
DIMENSIONES: 1956 x 992 x 40 mm

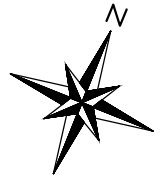


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	02/09/2020	JUAN ANTONIO EXPÓSITO LLOPIS			
COMPROBADO					
ESCALA:	DISEÑO, CÁLCULO Y CONTROL DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CON VERTIDO A RED, SITUADA EN NAVE INDUSTRIAL DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA CAROLINA PLANO 3: DISTRIBUCIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS			Nº PLANO 3	
1/350				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

PLANTA CUBIERTA

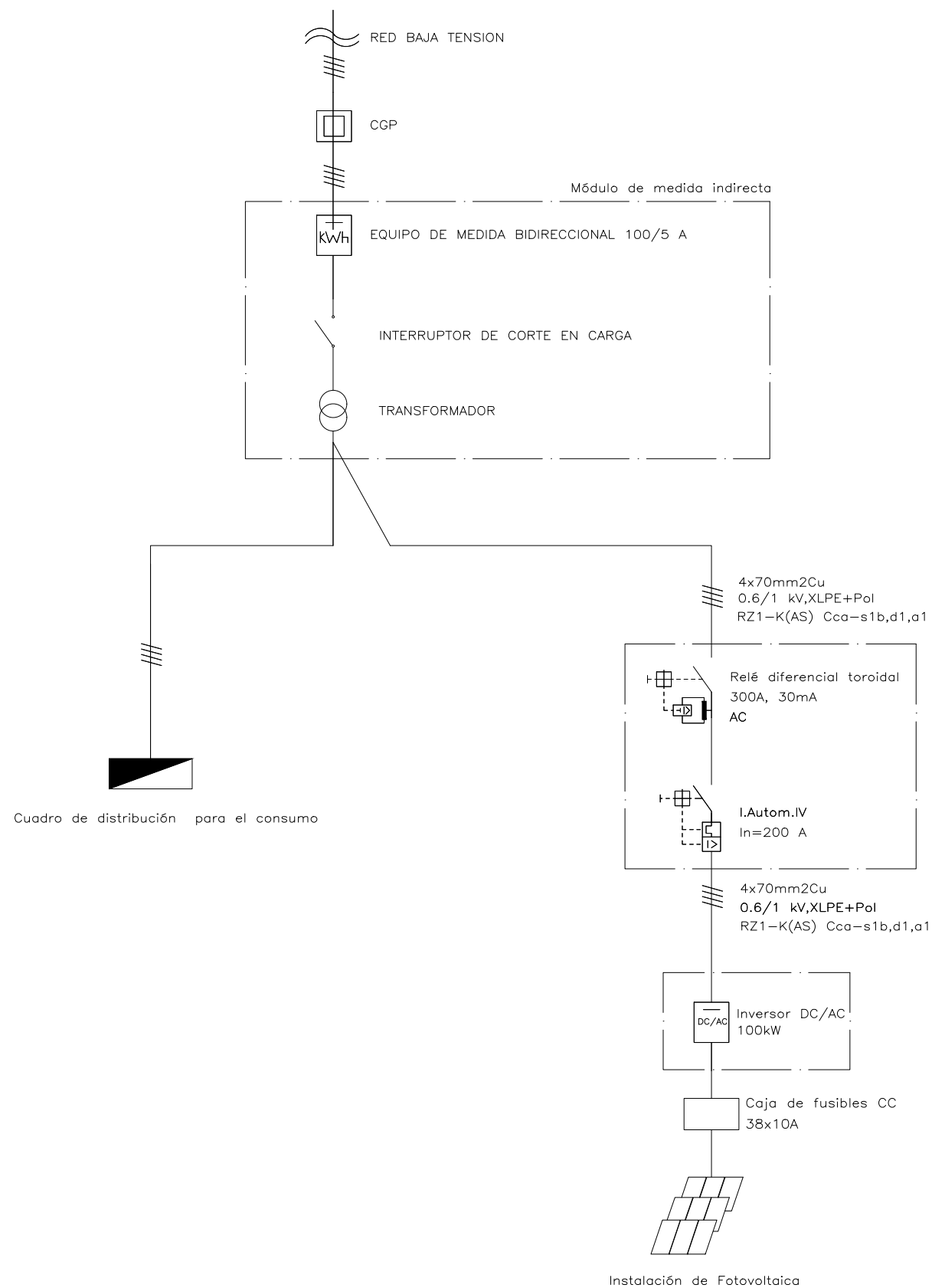


- | | | | |
|--|---|---|---|
|  STRING 1 |  STRING 6 |  STRING 11 |  STRING 16 |
|  STRING 2 |  STRING 7 |  STRING 12 |  STRING 17 |
|  STRING 3 |  STRING 8 |  STRING 13 |  STRING 18 |
|  STRING 4 |  STRING 9 |  STRING 14 |  STRING 19 |
|  STRING 5 |  STRING 10 |  STRING 15 | |



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	02/09/2020	JUAN ANTONIO EXPÓSITO LLOPIS		
COMPROBADO				
ESCALA:	DISEÑO, CÁLCULO Y CONTROL DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CON VERTIDO A RED, SITUADA EN NAVE INDUSTRIAL DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA CAROLINA PLANO 4: DISTRIBUCIÓN DE STRINGS			Nº PLANO 4
1/350				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	02/09/2020	JUAN ANTONIO EXPÓSITO LLOPIS		
COMPROBADO				
ESCALA:	DISEÑO, CÁLCULO Y CONTROL DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CON VERTIDO A RED, SITUADA EN NAVE INDUSTRIAL DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA CAROLINA PLANO 5: ESQUEMA DE STRINGS			Nº PLANO 5
S/E				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	02/09/2020	JUAN ANTONIO EXPÓSITO LLOPIS		
COMPROBADO				
ESCALA:	DISEÑO, CÁLCULO Y CONTROL DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CON VERTIDO A RED, SITUADA EN NAVE INDUSTRIAL DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA CAROLINA PLANO 6: ESQUEMA UNIFILAR			Nº PLANO 6
S/E				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



5 PLIEGO DE CONDICIONES



5.1 Condiciones generales

5.1.1 Ámbito de aplicación

Por el presente documento se determinan las condiciones a las que se ajusta la ejecución de instalaciones de energías renovables. En este proyecto estarán especificadas sus características técnicas.

5.1.2 Disposiciones generales

El Contratista está obligado a la aplicación del reglamento del trabajo correspondiente, la contrata de seguros obligatorios, subsidios familiares y de vejez, seguro de enfermedad y todas las directrices de carácter colectivo actuales o que se mencionen en este documento. Particularmente se debe cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24054 referente a la contratación de obras y a sus condiciones generales, siempre que no se indique lo contrario en el presente documento.

El Contratista estará clasificado, acorde a la Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se dictará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que sea necesario. De la misma forma, deberá ser Instalador, en posesión del correspondiente documento de calificación empresarial.

5.1.3 Condiciones facultativas legales

Las obras de la instalación fotovoltaica, a parte de lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, se basarán por lo especificado en:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.



- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado e producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 1433/2003 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.



- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

5.1.4 Seguridad en el trabajo

El Contratista debe respetar las condiciones que se especifican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y todas en este ámbito que fueran de pertinente aplicación.



De la misma forma, se tendrá que suministrar cuanto fuese necesario para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de obra en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los trabajadores se encuentren en equipos o circuitos en tensión o en sus cercanías, utilizarán ropa sin accesorios de metal y se evitará el uso no necesario de objetos de metal; los metros, reglas, útiles de limpieza, etc., que se usen no deben ser de material conductor. Se portarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizarán zapatillas aislantes o al menos sin herrajes ni clavos.

El personal de la Contrata está obligado a utilizar todos los dispositivos y medios de protección de personas, herramientas y vestimenta de seguridad requeridos para suprimir o reducir los riesgos profesionales tales como gafas, casco, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra detener el trabajo, si piensa que los trabajadores de la Contrata están expuestos a peligros que son enmendables.

El Director de Obra podrá pedir del Contratista, exponiéndolo por escrito, el cese en la instalación de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia, fuera capaz de producir algún accidente que hiciera peligrar la integridad física de él mismo o de sus compañeros de trabajo.

El Director de Obra podrá pedir del Contratista en cualquier periodo, antes o después de la iniciación de la instalación, que le entregue los documentos acreditativos de haber estado siguiendo los regímenes de Seguridad Social de toda clase (accidente, afiliación, enfermedad, etc.) en la forma que se establece legalmente.

5.1.5 Seguridad pública

El Contratista debe tomar todas las precauciones en las operaciones y usos de sistemas para proteger a las personas, dispositivos y animales de los peligros procedentes de la obra, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales percances se produzcan.

El Contratista debe mantener la póliza de Seguros que proteja a su propia persona y a sus trabajadores u obreros frente a las responsabilidades por responsabilidad civil, daños, etc., que en unos y otros pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de la instalación.



5.2 Organización en el trabajo

El Contratista debe ordenar los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta elaboración de los mismos y las obras se ejecutarán siempre siguiendo las directrices del Director de Obra, acorde a las condiciones siguientes:

5.2.1 Datos de la obra

Se le entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesarios para la ejecución completa de la instalación.

El Contratista puede tomar notas o hacer una copia a su costa de la Memoria, Presupuestos y Anexos del Proyecto, así como copias extra de todos los documentos que se establecen.

El Contratista se responsabiliza de la correcta conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales deben ser devueltos al Director de Obra después de su uso.

Por otra parte, en un plazo máximo de 2 meses, después de la finalización de la instalación, el Contratista tendrá que actualizar los diversos documentos y planos existentes, conforme con las características de la instalación finalizada, poniendo a disposición del Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos que se han ejecutado realmente.

No se realizarán por el Contratista correcciones, alteraciones, omisiones, variaciones o adiciones sustanciales en los datos que se fijan en el Proyecto, salvo visto bueno previo por escrito del Director de Obra.

5.2.2 Replanteo de obra

El Director de Obra, una vez ya que el Contratista tenga en posesión el Proyecto y antes de iniciar las obras, se encargará de hacer el replanteo de estas, con especial cuidado en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y apuntes necesarios para concretar completamente la ubicación de estos.

Se levantará por dos veces Acta, en la que irán concretados, de forma clara, los datos entregados, firmado por el representante del Contratista y por el Director de Obra.

La cuantía económica del replanteo será a cuenta del Contratista.



5.2.3 Condiciones generales

El montaje de las instalaciones tendrá que ser realizado por una empresa instaladora registrada conforme a lo expuesto en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista debe suministrar todos los materiales y equipos indicados en los Planos, de acuerdo a las características, número, dimensiones y tipos descritos en las Mediciones y también en los cuadros de características de los Planos.

De darse el caso de no conformidad de cantidades entre Planos y Mediciones, tendrá preferencia lo indicado en los Planos. Si las discrepancias son de calidad, este Documento tiene preferencia sobre cualquier otro.

En caso de cualquier duda respecto a la interpretación técnica de cualquiera de los documentos del Proyecto, la Dirección de Obra deberá hacer prevalecer su criterio.

Los materiales complementarios de la obra, normalmente no encontrados en Planos y Mediciones, pero necesarios para el funcionamiento correcto de esta, tales como oxígeno, acetileno, minio, electrodos, pinturas, patillas, manguitos pasamuros, estribos, lubricantes, amianto, bridas, tornillos, tuercas, soportes, etc, deben de considerarse dentro de los trabajos a realizar.

La totalidad de los equipos y materiales suministrados por el Contratista deben ser nuevos y de la calidad elegida por este Pliego de Condiciones Técnicas. Se podrá utilizar material ya usado previamente si en ese caso así lo recoge la Memoria del Proyecto

La oferta incluye el transporte de los materiales a obra, así como la mano de obra para el montaje de equipos y materiales y para las pruebas de recepción, equipada con los debidos instrumentos de medida, utensilios y herramientas.

El Contratista debe suministrar también los servicios de un Técnico competente que esté a cargo de la obra y será el responsable ante la Dirección de Obra o Dirección Facultativa o la persona delegada, de la actuación de los operarios y técnicos que lleven a cabo la labor de instalar, ajustar, conectar, probar y arrancar cada equipo, subsistema y el sistema totalmente hasta que se produzca la recepción.

La Dirección de Obra tiene reservado el derecho de solicitar al Contratista, en cualquier instante, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificación alguna.



El Técnico debe estar presente en todas las reuniones que programe la Dirección de Obra en el transcurso de la obra y tendrá el suficiente mando como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

De cualquier modo, las obras objeto del presente Proyecto deben alcanzar el objetivo de ejecutar una instalación completamente finalizada, testada y lista para su funcionamiento.

El control de recepción tiene por objeto la comprobación de que las características técnicas de los materiales y equipos suministrados satisfacen lo demandado en el Proyecto:

- Control de los documentos de los suministros.
- Control mediante pruebas y ensayos.
- Control mediante distintivo de calidad.

La Dirección de Obra debe comprobar que los materiales y equipos recibidos:

- Se corresponden a los especificados en la Memoria del Proyecto y en el Pliego de Condiciones.
- Disponen de la documentación requerida.
- Cumplen con las características exigidas en el Proyecto.
- Se han sometido a las pruebas y ensayos requeridos por la normativa en vigor o cuando se establezca así en la Memoria del Proyecto y en el Pliego de Condiciones.

La Dirección de Obra verificará los documentos proporcionados por los suministradores de los materiales y equipos que deben entregar los documentos de identificación demandados por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el Proyecto. En todo caso, esta documentación debe comprender por lo menos los siguientes documentos:

- Hoja de suministro, documentos de origen y etiqueta.
- Resguardo del certificado de garantía del fabricante, conforme con la Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.
- Documentación de conformidad o autorizaciones administrativas requeridas por reglamento, incluyendo la documentación correspondiente al marcado CE, cuando sea necesario, conforme con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que conciernan a los productos suministrados.



La Dirección de Obra debe verificar que los documentos proporcionados por los suministradores sobre los distintivos de calidad que tengan los materiales o equipos suministrados, que aseguren que las características técnicas exigidas en el Proyecto sean correctas y suficientes para la aceptación de los equipos y materiales avalados por ella.

5.2.4 Coordinación y planificación

A los quince días desde la fecha de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista tendrá que presentar los plazos de realización de por lo menos las siguientes partidas de la obra:

- Planos definitivos, almacenamiento de materiales y replanteo.
- Montaje de equipos de control y cuadros eléctricos.
- Montaje de salas de máquinas.
- Puestas en marcha, ajustes y verificaciones finales.

De forma sucesiva y previamente al comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de aparatos, equipos y materiales, colaborará con Dirección de Obra para la asignación de fechas concretas a las diferentes fases de la obra.

La organización con otros contratistas debe correr a cargo de Dirección de Obra, o entidad o persona delegada por la misma.

5.2.5 Acopio de materiales

Acorde con el plan de obra, el Contratista irá acopiando en un lugar preestablecido todos los materiales que se necesiten para la realización de la obra, de forma escalonada según las necesidades.

Los materiales deben quedar protegidos contra impactos y elementos climatológicos, en la medida en que su constitución o valor económico lo requieran.

El Contratista se hará responsable de la vigilancia de sus materiales mientras dure el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia debe incluir también las horas de la noche y los días no laborables, si en el Contrato no se ha descrito lo contrario.

La Dirección de Obra tendrá acceso libre a todos y cada uno de los lugares de trabajo y a las zonas de acopio de materiales para su reconocimiento previo, pudiendo aceptarlos o rechazarlos según su estado y calidad, siempre y cuando la calidad incumpla



los requisitos señalados por el presente Proyecto o el estado muestre claros signos de deterioro o algún desperfecto.

Si cualquier aparato, material o equipo arroja dudas respecto a su calidad, origen, estado y aptitud para su funcionamiento, la Dirección de Obra tiene el derecho de coger muestras y enviarlas a un laboratorio para la realización de los ensayos pertinentes con los gastos a cargo del Contratista. Si el resultado obtenido es negativo, la totalidad del material no idóneo será eliminado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad necesaria.

De la misma forma, la Dirección de Obra puede ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios no visibles en la instalación, estando compensados por cuenta del Contratista todos los gastos generados.

5.2.6 Inspección y medidas previas al montaje

Previamente al comienzo de los trabajos de montaje, el Contratista debe realizar el replanteo de todos los elementos de la instalación, aparatos, equipos y conducciones.

En caso de diferencias entre las medidas hechas en obra y las que se muestran en Planos, que imposibiliten la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa actual y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá avisar de las anomalías a la Dirección de Obra para las rectificaciones necesarias.

5.2.7 Planos, catálogos y muestras

Los Planos del Proyecto en caso alguno deben considerarse de carácter ejecutivo, sino simplemente indicativo de la disposición general del sistema y del alcance del trabajo que se incluye en el Contrato.

Para la exacta situación de equipos, aparatos y conducciones el Contratista debe examinar con atención los planos y los detalles de los Proyectos arquitectónicos y estructurales.

El Contratista debe comprobar que el emplazamiento de los equipos y el trazado de las conducciones no interfieren con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto alguno, la resolución de la Dirección de Obra será inapelable.

El Contratista deberá dar a la Dirección de Obra, para su aprobación, dibujos detallados, a escala superior a 1:20, de aparatos, equipos, etc, en los que se vean



claramente dimensiones, situación de conexiones, espacios libres, peso y toda la información necesaria para su adecuada evaluación.

Los planos de detalle pueden sustituirse por catálogos y folletos del fabricante del aparato en cuestión, siempre que la información sea clara.

Ningún aparato o equipo puede ser entregado en la instalación sin haber obtenido la verificación por escrito de la Dirección de Obra.

En algunos casos y por petición de Dirección de Obra, el Contratista deberá aportar una muestra del material que piensa utilizar antes de conseguir la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, muestras y catálogos al visto bueno de la Dirección de Obra con suficiente tiempo para que no se vea interrumpido el avance de la obra de la propia instalación o de los otros contratistas.

El visto bueno por parte de la Dirección de Obra de planos, muestras y catálogos no exonera al Contratista de su responsabilidad en cuanto al debido funcionamiento de la instalación.

5.2.8 Variaciones del Proyecto y cambios de materiales

El Contratista puede proponer, a la hora de presentar la oferta, cualquier variación sobre el presente Proyecto que tenga efecto sobre el sistema o los materiales que se especifican, quedando debidamente justificada.

El visto bueno de las variantes queda a criterio de la Dirección de Obra, que las verificará solamente si tienen un beneficio económico o de explotación para la Propiedad, sin influir en la calidad de la instalación.

La Dirección de Obra determinará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos extra producidos por ellas, debidos a la consideración de parte o de la totalidad de los proyectos arquitectónicos, estructurales, mecánicos y eléctricos y, eventualmente, a la necesidad de superiores cantidades de materiales que se requieran por cualquiera de las demás instalaciones.

Variaciones pedidas sobre el Proyecto, por causa alguna, por la Dirección de Obra durante el curso de la obra, que impliquen cambios de calidades o cantidades y, también, el desensamblaje de una parte de la obra ya realizada, deberán ser realizadas por el



Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que se basará en los precios unitarios de la oferta y, en el caso, nuevos precios que se deban de negociar.

5.2.9 Cooperación con otros contratistas

El Contratista debe cooperar de pleno con otras empresas, siempre bajo la supervisión de la Dirección de Obra, debiendo entregar todos los documentos necesarios a fin de que los trabajos se lleven a cabo sin interferencias y sin retrasos.

Si el Contratista pone en la instalación cualquier equipo o material antes de organizar con otros oficios, en caso de aparecer algún tipo de conflicto deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

5.2.10 Protección

El Contratista debe proteger todos y cada uno de los equipos y materiales de desperfectos y daños mientras dure el almacenamiento en la obra y una vez ya instalados.

En concreto, se deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, humedecerse.

Las aperturas de conexión las máquina y aparatos deberán estar correctamente protegidos durante el tránsito, el almacenamiento y montaje, hasta que no se proceda a su unión. Las protecciones deben tener la forma y resistencia adecuada para impedir la entrada de suciedades y cuerpos extraños dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan ocasionar las superficies de contacto de manguitos, roscas, bridas, etc.

De la misma forma, si la oxidación puede ser un problema en las superficies mencionadas, éstas deben recubrirse con pintura antioxidante, que tendrá que ser eliminada al momento de su acoplamiento.

Se tendrá un cuidado especial hacia materiales delicados y frágiles, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que tendrán que quedar especialmente protegidos.

El Contratista será el responsable de sus equipos y materiales hasta la Recepción Provisional de la presente obra.



5.2.11 Limpieza de la obra

Durante el transcurso del montaje de las instalaciones, el Contratista debe evacuar del emplazamiento todos los materiales y aparatos sobrantes de trabajos efectuados anteriormente, en particular de retales de tuberías, materiales aislantes y conductos, embalajes, cajas de cartón, etc.

De la misma forma, al finalizar la obra, se deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todos los aparatos (módulos fotovoltaicos, etc), equipos de salas de máquinas (inversores, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado para su correcto funcionamiento.

5.2.12 Andamios y aparejos

El Contratista debe de suministrar la mano de obra y aparatos, como aparejos y andamios necesarios para el transporte vertical y horizontal de los materiales ligeros en la instalación desde el lugar de acopio al de emplazamiento de la obra.

El movimiento del material pesado y/o abultado como paneles fotovoltaicos, estructuras, etc, desde el camión que los transporte hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se debe realizar con los medios de la empresa constructora si la hubiera, o a cargo del Contratista si no la hubiera, siempre bajo la responsabilidad y supervisión del Contratista.

5.2.13 Obras de albañilería

La ejecución de las obras de albañilería necesarias para la instalación de equipos y materiales estará a cargo de la empresa constructora si la hubiese, en el caso del presente Proyecto esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Estas obras deben incluir aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, rejillas, cajas, perforación y cierres de elementos estructurales verticales y horizontales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, pinturas, forjados flotantes, bancadas, alicatados, etc.

De cualquier modo, estos trabajos deben realizarse bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando se necesiten, los planos de detalles.



La fijación de las estructuras, ya sea por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o estructurales del edificio, será realizada por el Contratista basándose estrictamente en las instrucciones que imparta al respecto la Dirección de Obra.

5.2.14 Energía eléctrica y agua

La totalidad de los gastos relativos al consumo de electricidad y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa de construcción si la hubiera, en el caso del presente Proyecto estos costes correrán a cuenta de la Propiedad.

El Contratista debe dar a conocer la potencia eléctrica que va a demandar a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

5.2.15 Ruidos y vibraciones

La totalidad de la maquinaria debe funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin provocar vibraciones o ruidos que, en opinión de Dirección de Obra, se puedan considerar inaceptables o que excedan los niveles máximos requeridos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que se introduzcan para la reducción de ruidos y vibraciones se han de aprobar por la Dirección de Obra y conformarse a las especificaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre equipos y canalizaciones con partes móviles deberán hacerse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan de forma eficaz la propagación de las vibraciones.

5.2.16 Accesibilidad

El Contratista expresará a Dirección de Obra, con suficiente antelación, el tiempo y espacio del que va a necesitar para la realización del montaje de sus equipos y materiales en falsos techos, patinillos y salas de máquinas.

Con lo que a esto respecta, el Contratista debe cooperar con la empresa de construcción y los otros contratistas, en particular, cuando los trabajos a realizar se encuentren en el mismo emplazamiento.

Los gastos provocados por los trabajos de reapertura de falsos techos, patinillos, etc, debidos a la falta de aviso con suficiente tiempo de antelación, correrán a cargo del Contratista.



Los elementos de control, medida, protección y maniobra deben ser desmontables e instalarse en lugares accesibles y visibles, particularmente cuando estos cumplan funciones de seguridad.

El Contratista debe situar la totalidad de los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un lugar que permita la accesibilidad de todas sus partes, acogándose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la reglamentación actual y los recomendados por el fabricante.

El Contratista tendrá que suministrar a la empresa constructora la información que necesite para el correcto emplazamiento de paneles o puertas de acceso a elementos ocultos de la instalación, como cajas de fusibles, elementos de control, canalizaciones, etc.

5.2.17 Canalizaciones

Previamente a su colocación, la totalidad de las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como óxidos, rebabas, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se ha de realizar con los accesorios correspondientes o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de estas piezas, sin tener en ningún momento que tener que forzar la canalización.

Para las tuberías, en concreto, se deben tomar las precauciones necesarias para que conserven, una vez instaladas, su sección circular.

Las tuberías deben soportarse de tal modo que nunca quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el propósito de disminuir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre soportes metálicos y tuberías, deberá interponerse un material flexible que no sea metálico.

De cualquier modo, el soporte no impedirá la libre dilatación de la tubería, salvo si se trata de un punto fijo.

Las tuberías que se dispongan enterradas llevarán la protección correcta para el medio en que están inmersas, que nunca impedirá el libre juego de dilatación.



5.2.18 Manguitos pasamuros

El Contratista tendrá que suministrar y disponer todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén finalizadas. El Contratista se responsabilizará de los daños producidos por no expresar con suficiente antelación sus necesidades o indicar una situación errónea de los manguitos.

El espacio entre los manguitos y las conducciones deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la Dirección de Obra, que selle por completo el paso y posibilite la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito atravesase un elemento cortafuego, la resistencia al fuego del material de relleno tendrá que ser de al menos igual a la del elemento estructural. En algunas situaciones, se puede exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos tendrán que estar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando transcurran a través de forjados, sobresaldrán quince milímetros por la parte superior.

Los manguitos se construirán con chapa de acero galvanizado de 6/10 milímetros de espesor o con tubo de acero galvanizado, con dimensiones de sobra para que pueda pasar con holgura la conducción con su correspondiente aislamiento térmico. Por otra parte, la holgura no será superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No existirá ninguna unión de tuberías dentro de los manguitos pasamuros.

5.2.19 Cuadros y líneas eléctricas

El Contratista debe suministrar e instalar los cuadros eléctricos de maniobra, protección y control de todos los equipos, excepto cuando en el presente Proyecto se indique lo contrario.

El Contratista debe suministrar e instalar también las líneas de potencia entre los cuadros mencionados anteriormente y los equipos, completos de tubos de protección, bandejas, empalmes, cajas de derivación, etc, como también el cableado para el control, mandos a distancia e interconexiones, excepto cuando en el presente Proyecto se indique lo contrario.

La instalación cumplirá con los mandatos marcados por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de 2002 y de forma particular las directrices exigidas en la Memoria del Proyecto.



La Empresa Instaladora Eléctrica debe responsabilizarse de la alimentación eléctrica a todos los cuadros que aparecen en la Memoria y los planos del presente Proyecto, que estará constituida por tres fases, neutro y cable de tierra en el lado de corriente alterna de la instalación, y por positivo, negativo y tierra en el lado de corriente continua de la instalación. Las conexiones entre los cables y los cuadros serán por cargo del Contratista.

El Contratista debe suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la documentación necesaria para las acometidas hacia sus cuadros, como también el lugar preciso de su situación, la potencia máxima y, cuando se necesite, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en regímenes transitorios.

5.2.20 Limpieza interior de redes de distribución

Las redes de distribución deben ser internamente limpiadas antes de su puesta en marcha, para eliminar aceites, cascarillas, polvo y cualquier otro material u objeto extraño.

Durante el montaje se pondrá extrema precaución en evitar la introducción de materiales extraños dentro de equipos y tubos, protegiendo sus aperturas con tapones cuando se necesite. Antes de su incorporación a la instalación, accesorios, tuberías y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

5.2.21 Pruebas

El Contratista debe poner a disposición todos los materiales necesarios y medios humanos para realizar las pruebas parciales y finales de la instalación, realizadas según se indique a continuación para dichas pruebas, en otros capítulos de este Pliego.

Las pruebas parciales deberán estar precedidas de una revisión de los materiales en el momento de su recepción en obra.

Cuando el equipo o material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que justifique el cumplimiento de la normativa actual, nacional o extranjera, su recepción se hará verificando, solamente sus características aparentes.

Cuando el equipo o material se encuentre instalado, se verificará que el montaje cumple con los requisitos marcados en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, accesibilidad, fijación a la estructura del edificio, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).



De manera sucesiva, cada equipo o material se incluirá también en las pruebas parciales y totales del conglomerado de la instalación (estanquidad, aislamiento, funcionamiento, puesta a tierra, ruidos y vibraciones, etc).

5.2.22 Pruebas finales

Cuando la instalación se encuentre terminada por completo, conforme a las especificaciones del Proyecto, y que haya sido equilibrada y ajustada conforme a lo indicado en la normativa UNE, se realizarán las pruebas finales del conjunto de la instalación y según la directrices de la Dirección de Obra cuando así se necesite.

5.2.23 Recepción provisional

Terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista tendrá lugar la recepción provisional de estas por el Contratante, necesitando para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose Acta, en la que constará la conformidad con los trabajos efectuados, si el caso fuera ese. El Acta estará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha llevado a cabo correctamente y de acuerdo con las especificaciones reunidas en el presente Proyecto, iniciándose entonces el plazo de garantía.

Cuando se produzca la Recepción Provisional, el Contratista tendrá que entregar a la Dirección de Obra los siguiente documentos:

- Un duplicado reproducible de los planos definitivos, puestos al día, que comprendan como mínimo, el esquema de control, el esquema de principio, esquema de seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de planta donde se debe indicar el recorrido de las conducciones de la distribución.
- Una Memoria de la obra, en la que se incluyan las bases del Proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo y realización.
- Un anexo de todos los equipos y materiales utilizados, donde se indique fabricante, marca, modelo y características.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma, que en el caso de este Proyecto será Andalucía.
- El Libro de Mantenimiento.



La Dirección de Obra hará entrega de los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con el Acta de Recepción, firmada por el Contratista y la Dirección de Obra.

En el caso de no encontrarse la Obra en estado de ser recibida, constará así en el Acta y se entregarán al Contratista las instrucciones para remendar los defectos existentes, poniéndose un nuevo un plazo de ejecución. Expirado el nuevo plazo, se hará otro reconocimiento. Las reparaciones serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas directrices puede declararse el contrato por rescindido con la consecuente pérdida de la fianza.

5.2.24 Periodos de garantía

El suministrador garantizará el correcto funcionamiento de la instalación durante un período mínimo de tres años, establecido para todos los materiales utilizados y el montaje. Para las células fotovoltaicas la garantía será de ocho años mínimo.

Hasta que se produzca la recepción definitiva, el Contratista se responsabiliza de la conservación de la instalación, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por errores de ejecución o mala calidad de materiales.

Mientras dure este periodo, el Contratista debe garantizar al Contratante contra cualquier reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la instalación.

Condiciones económicas:

- Se incluirá tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que puedan resultar defectuosas, tanto como la mano de obra.
- Quedarán incluidos los siguientes gastos: medios de transporte ,tiempos de desplazamiento, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales costes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en talleres.
- De la misma forma, se incluirá la mano de obra y materiales que se necesiten para llevar a cabo los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

La garantía puede anularse si la instalación ha sido reparada, modificada o desmontada, aunque sea solamente en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de



asistencia técnica de los fabricantes que no sean autorizados de forma concreta por el suministrador.

5.2.25 Recepción definitiva

Al acabar el plazo de garantía indicado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se dará paso a la recepción definitiva de las obras, con la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras están conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

5.2.26 Permisos

El Contratista debe gestionar con los Organismos Oficiales correspondientes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos necesarios para la ejecución de las instalaciones objeto del presente Proyecto, incluyendo la redacción de la documentación necesaria, visado por el Colegio Oficial que corresponda y presencia durante todas las inspecciones.

5.2.27 Entrenamiento

El Contratista deberá explicar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de la instalación, al personal que designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro documento del presente pliego y antes de terminar la obra, el Contratista asignará de forma específica al personal adecuado para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que será ratificado por la Dirección de Obra.

5.2.28 Subcontratación de las obras

Salvo que el contrato disponga otra cuestión o que de su naturaleza y condiciones se aprecie que la Obra ha de ser ejecutada de forma directa por el adjudicatario, podrá éste concretar con terceros la realización de alguna unidades de obra (construcción y montaje de conductos, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, montaje de equipos especiales, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La aprobación de las subcontratas estará asociada al cumplimiento de los siguientes requisitos:



- Que se ponga en conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a efectuar, con indicación de las partes de instalación a realizar y las condiciones económicas, a fin de que lo autorice previamente.
- Que el total de estos subcontratos nunca sobrepase el 50% del presupuesto total de la obra principal.

De cualquier modo, el Contratista no estará vinculado en absoluto ni reconocerá obligación alguna contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no exonerará al Contratista de ninguno de sus compromisos respecto al Contratante.

5.2.29 Riesgos

Las obras se realizarán, en lo que a coste respecta, a riesgo del Contratista, sin que esta tenga, por consecuente, derecho a indemnización alguna por causa de perjuicios, pérdidas o averías. El Contratista no podrá aducir desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será quien se responsabilice de los daños causados a materiales e instalaciones en caso de robo, incendio o cualquier clase de catástrofes atmosféricas, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro del que se encargue este.

De la misma forma, el Contratista debe disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los perjuicios y daños que, directa o indirectamente, por negligencia u omisión, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

5.2.30 Rescisión del contrato

Se considerarán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como también el embargo de los bienes que se destinen a la obra o sean utilizados en la misma.

Serán también causas de rescisión el no cumplimiento repetido de las condiciones técnicas, el retraso en la entrega de la obra si el plazo es superior a tres meses y la desobediencia en la realización de la instalación.

En los supuestos que se explican en los párrafos precedentes, la Propiedad podrá rescindir el contrato de forma unilateral sin pago de indemnización y solicitar una indemnización por daños y perjuicios, que será fijado en el arbitraje que se ejerza.



El Contratista tiene derecho a rescindir el contrato cuando la obra sea suspendida de forma total y por un plazo de tiempo que supere los tres meses. En esta situación, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de instalación pendiente de realización, además del pago íntegro de toda la obra realizada hasta ese momento y de los materiales situados a pie de obra.

5.2.31 Precios

El Contratista tendrá que presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los capítulos del documento "Mediciones y Presupuestos".

Los precios deben incluir todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez la obra sea adjudicada, el Contratista elegido para la ejecución presentará, previamente a la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada uno de los capítulos, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios tendrá que ser igual que el precio, presentado en fase de oferta.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista tendrá que presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra del montaje.

5.2.32 Pago de obras

El pago de las obras realizadas se hará mediante Certificaciones parciales que se practicarán de forma mensual. Estas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra que estén totalmente terminadas y que se hayan ejecutado en el plazo al que se refieran. La relación valorada que se encuentre en las Certificaciones, se hará conforme con los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su verificación.

Serán a cuenta del Contratista las acciones necesarias para la medición de unidades ocultas o enterradas, si no se ha avisado al Director de Obra de forma oportuna para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones actuales, y los gastos que se generen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica considere preciso su establecimiento.

La aceptación, comprobación o reparos tendrán que quedar terminadas por las dos partes en un máximo de quince días.



El Director de Obra tendrá que expedir las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones que le sigan, no suponiendo por otro lado, aprobación ni recepción de las obras ya ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

5.3 Condiciones de la instalación fotovoltaica

Los materiales ubicados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en concreto contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se tendrá particular cuidado en la protección de materiales y equipos que puedan estar expuestos a agentes exteriores agresivos producidos por procesos industriales que estén cercanos.

Será rechazado y devuelto cualquier panel que presente defectos de fabricación, como manchas o roturas en cualquiera de sus elementos, así como una incorrecta alineación en las células o burbujas en el encapsulado.

Para que un módulo resulte aceptado, su potencia máxima y de corriente continua reales, respecto a las condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los valores nominales de catálogo.

5.4 Estructura

La estructura soporte de los módulos será un elemento auxiliar, por lo general de metal (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable). Se considerarán siempre las exigencias constructivas y estructurales del Código Técnico de la Edificación, con el propósito de garantizar la seguridad e integridad de la instalación.

Además del peso de los propios módulos, de la propia estructura y del cableado y canalizaciones, esta se verá sometida a la sobrecarga producida por el viento, el cual generará sobre los paneles una presión dinámica que puede llegar a ser elevada. De ahí la importancia de asegurar correctamente la robustez, no solo de la estructura en sí, sino también y con especial atención, del anclaje de la misma.

Además de las cargas producidas por el viento, habrá que tener en consideración otras posibles cargas como la de la nieve sobre los módulos.

Para conseguir un decremento de los costes de instalación sin pérdida de calidad, en el diseño de estructuras se debería tender a:



- El desarrollo de kits de montaje universales.
- La prevención de un sistema de ensamblaje sencillo para reducir costes de mano de obra.
- Minimizar el número total de piezas que sean necesarias.
- Utilizar, en medida de lo posible, partes preensambladas en taller o de fábrica.
- Asegurar la máxima protección de los paneles contra robos o actos vandálicos.

De forma preferente se realizarán estructuras de acero galvanizado, debiendo poseer un espesor de galvanizado de 120 micras o mayor, siendo recomendable incluso 200 micras. Este proceso de galvanizado en caliente consiste en la inmersión de todas las piezas y perfiles que componen la estructura en un baño de zinc. De esta manera, el zinc recubrirá a la perfección todos los bordes, hendiduras, ángulos, soldaduras, etc, penetrando en los pequeños huecos y orificios del material que, en caso del uso de otro método de recubrimiento superficial, resultarían desprotegidos y se convertirían en focos de corrosión en el futuro.

La tornillería utilizada deberá ser de acero inoxidable. Adicionalmente, y para prevenir los posibles efectos adversos de los pares galvánicos entre paneles y estructura, sobre todo en ambientes fuertemente salinos y cercanos al mar, es conveniente instalar inhibidores de corrosión galvánica, para eliminar la corrosión por par galvánico.

En el diseño de la estructura se tendrá en cuenta la aparición de dilataciones y constricciones, evitando el uso de perfiles de longitud excesiva o interpuestos de tal forma que dificulten la libre dilatación, para no crear así tensiones mecánicas superficiales.

5.4.1 Montaje sobre cubierta

Tanto la existente cubierta inclinada, como el edificio o construcción al que pertenece han de soportar sin problemas las sobrecargas que genere la colocación de la estructura de paneles.

Para cumplir lo marcado en el apartado “Integridad estructural de la cubierta” y expuesto en el documento de Memoria, se instalarán anclajes y estructuras prefabricados para tal fin, calculándose que la estructura soportará de forma adecuada la sobrecarga de esta instalación, según el Código Técnico de la Edificación-

La instalación en cubierta inclinada tiene como consecuencia la perforación de dicha cubierta y el anclaje de las estructuras o tornillería metálicas de sustentación de la



estructura a las vigas bajo esta. Tendrá que ponerse particular cuidado en la impermeabilización y sellado de las zonas en las cuales se hayan realizado los taladros.

5.5 Conexionado y ensamblado de módulos

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una caja de conexiones, donde se encontrarán accesibles los terminales positivo y negativo. Aunque las cajas de conexiones posean el grado de protección suficiente (aptas para la intemperie), sería una conveniente sellar todas los orificios y juntas con algún tipo de cinta, o masilla especial para esta función.

Al necesitar una configuración serie-paralelo de cierto grado de complejidad, el montaje de los paneles requerirá el manejo de un esquema o plano en el cual se refleje esta configuración, con el propósito de no cometer errores y facilitar así el trabajo de interconexionado. Esta documentación se aporta en la sección de Planos y se describe en el apartado de la Memoria.

Es gran importancia que se realice el diseño mostrado en la sección de Planos y realizar el conexionado de cada cadena longitudinalmente. La secuencia de operaciones a seguir durante el montaje de los módulos dependerá en gran medida de las características de la estructura soporte. En el presente Proyecto se no permite con facilidad el acceso a la parte trasera de los módulos una vez ya instalados, por lo que el conexionado de los mismos deberá realizarse antes de la fijación de estos a la estructura coplanar.

Durante el interconexionado de los paneles se deberá tener en cuenta la presencia de tensión en sus polos cuando incide la radiación solar sobre ellos, por tanto, durante su manipulación y transporte por el personal, es recomendable cubrir completamente los paneles con un material opaco.

Para el montaje de los módulos a la estructura, se utilizarán únicamente los taladros que ya existan de fábrica en el marco de los mismos. Nunca se deberán hacer nuevos taladros en el marco del panel, pues se correría el riesgo de estropear el módulo y el orificio practicado no poseería el tratamiento superficial que el fabricante ha realizado al marco. Si fueran necesarios, los taladros se efectuarían en una pieza adicional que se colocaría entre los módulos y el cuerpo principal de la estructura. El montaje se realizará siempre teniendo en cuenta las indicaciones facilitadas por el fabricante.



5.6 Instalación de la toma a tierra y protecciones

Según la norma UNE-HD 60364-7-7 se podrá ejecutar una tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cajas, cercos metálicos, soportes y cubiertas de los equipos, etc.).

Al utilizar el sistema de puesta a tierra, uno de los conductores del sistema bifásico o el neutro en un sistema trifásico deberá estar sólidamente conectado a tierra conforme a lo siguiente:

- La conexión a tierra del circuito de corriente continua puede hacerse en un punto único cualquiera del circuito de salida del campo fotovoltaico. Sin embargo, si el punto de conexión a tierra está muy próximo a los módulos fotovoltaicos y antes que cualquier otro elemento, tales como las protecciones, protegerá mejor al sistema contra las sobretensiones por impacto de rayos.
- La tierra de los equipo o sistemas no debe ser interrumpida cuando se monte o desmonte un módulo del campo.
- Es recomendable el uso del mismo electrodo de tierra para la puesta a tierra del circuito de corriente continua y la puesta a tierra de los equipos. Dos o más electrodos conectados entre ellos serán considerados como un único electrodo para este propósito. También es conveniente que esta puesta a tierra sea conectada al neutro de la red principal, si existe. Todas las tierras de los sistemas de corriente continua y corriente alterna deberían ser comunes.

De cualquier modo, la red de tierras estará construida según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2002 y la norma UNE-HD 60364-7-7, cumpliendo con los valores de tensión de la ITC MIE-RAT-13.

5.7 Montaje del resto de componentes

Para el montaje e instalación de los componentes específicos tales como el inversor, se seguirán las instrucciones del fabricante.

Respecto al tendido de líneas, en ocasiones será preciso sacrificar la elección del camino o recorrido ideal de las conducciones para evitar dificultades u obstáculos que supondrían un encarecimiento o riesgo de la mano de obra de la instalación. Es recomendado el uso de un lubricante en gel para el tendido de cables bajo tubo.



Se deber identificar de forma adecuada todos los elementos de desconexión de la instalación, así como utilizar de forma uniforme el color de los cables de la misma polaridad (incluidos los del campo fotovoltaico). El color rojo se usará para el polo positivo y el negro para el polo negativo, mientras que el color amarillo y verde se usará para la red de tierras.

5.8 Mantenimiento de la instalación fotovoltaica

5.8.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento correctivo y preventivo de al menos una duración de tres años. El mantenimiento preventivo implicará, como poco, una revisión cada año. El contrato de mantenimiento de la instalación debe incluir las labores de mantenimiento de todos y cada uno de los elementos de la instalación que aconsejen mantenimiento por parte de los fabricantes.

5.8.2 Programa de mantenimiento

Se precisarán dos escalones de actuación para englobar todas las actuaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para garantizar su funcionamiento, optimizar la producción y prolongar la vida útil de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo incluirá las maniobras de inspección visual de la suciedad acumulada en los paneles, condición de la estructura (oxidación, desplazamiento u otros), del estado de las conducciones eléctricas, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación tendrá que permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de prestaciones, funcionamiento, protección y fiabilidad de la instalación.

El mantenimiento correctivo incluirá todas las operaciones de reemplazamiento necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación durante su vida útil e incluirá la visita a la nave en el plazo máximo de una semana ante cualquier problema y la resolución de la avería en un plazo máximo de quince días. Incluirá también el análisis y presupuestación de los reemplazos y los trabajos necesarios para el correcto funcionamiento de esta, los costes del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas la mano de obra o los cambios de equipos necesarios más allá del período vigente de la garantía.



El mantenimiento tendrá que realizarse por personal técnico con cualificación bajo la responsabilidad de la correspondiente empresa instaladora contratada.

El mantenimiento preventivo de la instalación tendrá incluido una visita semestral, en la que se harán, como mínimo, las siguientes tareas:

- Testeo de las protecciones.
- Comprobación del estado de los módulos. emplazamiento respecto al Proyecto original y verificación del aspecto de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, temperatura, producción, etc.
- Comprobación del estado de terminales y cables (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones y limpieza.
- Realización de un informe de cada una de las visitas en el que quede constancia del estado de las instalaciones y las incidencias ocurridas.

Se tomará nota de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que quedará constancia de la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa pertinente).



6 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



6.1 Objeto

En este documento quedarán reflejadas las distintas normas relativas a seguridad y salud de obligado cumplimiento durante el desarrollo de esta obra.

Dichas normas están recogidas en el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre.

El presente documento será aplicable únicamente para el Proyecto objeto de estudio.

6.2 Plan de seguridad y salud en el trabajo

- El responsable de realizar un plan en el que se analicen, estudien y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio básico de seguridad y salud es el Contratista. El Contratista debe realizar un plan de seguridad y salud en función del sistema de ejecución de la obra de este Proyecto. Dicho plan de seguridad no podrá disminuir los niveles de protección que contempla el estudio básico, en todo caso los puede mejorar y complementar. El Contratista tendrá que realizar una justificación técnica para cada propuesta que desee añadir a dicho plan de seguridad y salud en el trabajo.
- En el plan de seguridad y salud en el trabajo se deberá estudiar y evaluar la planificación de la actividad preventiva y los riesgos con el fin de que los diferentes puestos de trabajo en la obra no pongan en juego la seguridad e integridad física de los trabajadores.
- El Director facultativo es el responsable de coordinar los aspectos relacionados con la seguridad y salud en la obra. También es el Director Facultativo el encargado de aprobar el plan de seguridad y salud antes del comienzo de la obra.
- El plan de seguridad y salud podrá ser modificado durante el transcurso de la obra debido a posibles accidentes o problemas que pudieran surgir. Dicha modificación deberá ser realizada por el Contratista y aprobada posteriormente por el Director Facultativo.
- Se podrán recibir propuestas, sugerencias y alternativas de parte del personal que interviene durante la ejecución de la obra, por lo que el plan de seguridad y salud deberá estar a alcance de cualquier trabajador en la obra, para que este pueda consultarlo.



6.3 Obligaciones del director facultativo de la obra

El Director Facultativo de la obra debe coordinar la prevención y seguridad durante el transcurso de la misma. Tiene la misión de planificar y organizar las tareas que se vayan a realizar de manera sucesiva o simultánea, velando por que se cumpla con el plan de seguridad y salud, así como estudiar el tiempo necesario para llevar a cabo cada una de las operaciones de forma segura y eficiente.

Los objetivos principales del Director Facultativo son:

- Asegurar que durante la ejecución de los trabajos tanto los contratistas como los trabajadores cumplan con lo establecido en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, de manera que realicen su trabajo de forma coherente y responsable.
- Aprobar el plan de seguridad y salud previamente al comienzo de la obra y las modificaciones que el Contratista realice, en su caso.
- Asegurar el cumplimiento del artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, de manera que las distintas actividades empresariales cumplan con ello.
- Garantizar la correcta aplicación en los métodos de trabajo de manera que se analicen las distintas funciones y acciones de control.
- Permitir el acceso a las instalaciones de la obra únicamente al personal que esté autorizado, adoptando las medidas que sean necesarias. Si no existe un coordinador específico para esta labor, será la propia Dirección Facultativa la encarga de realizarla.

6.4 Libro de incidencias

En la oficina de obra deberá existir un libro de incidencias con la finalidad de realizar un seguimiento y control del plan de seguridad y salud. Este libro deberá contener hojas por duplicado y será facilitado por el Colegio Profesional del colegiado que firma y coordina el estudio básico de seguridad y salud.

Dicho libro de incidencias deberá estar en las instalaciones de la obra custodiado por el coordinador de seguridad y salud o por la Dirección Facultativa.



6.5 Paralización de los trabajos

Si se produjera algún incumplimiento acerca de las medidas adoptadas referentes al plan de seguridad y salud, la Dirección Facultativa o el coordinador de seguridad y salud deberán comunicarlo al Contratista de la obra. En caso de suceder tal incumplimiento, deberá quedar reflejado lo ocurrido en el libro de incidencias. En caso de que el incumplimiento realizado resulte ser demasiado grave por poner en peligro la seguridad y salud de los trabajadores, se podrá recurrir a la paralización de la obra de manera parcial o total.

Esto queda amparado por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44.

6.6 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.

En el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales quedan reflejados los principios generales aplicables durante el transcurso de la obra. Dichas actividades o tareas son:

- Se deberá realizar un correcto mantenimiento de las instalaciones de la obra para garantizar el orden y la limpieza en la misma.
- La adecuada elección del emplazamiento para cada área y puesto de trabajo, considerando sus condiciones de acceso. Por otro lado, se deberán establecer las distintas vías para la circulación o desplazamiento dentro de las instalaciones de la obra.
- La adecuada manipulación y utilización de las herramientas y materiales que sean necesarios en el transcurso de la ejecución de la obra con el fin de evitar posibles accidentes provocados por un mal uso de las mismas.
- Con el objetivo de corregir o disminuir posibles defectos que puedan poner en riesgo la seguridad y salud de los trabajadores, se deberá realizar un mantenimiento periódico de los distintos materiales y herramientas necesarios durante la ejecución de la obra.
- En las zonas que sirvan de almacenamiento de materiales o sustancias que puedan resultar peligrosas, será necesario el acondicionamiento y limitación de dicha zona para evitar posibles accidentes que afecten a la seguridad y salud de los trabajadores.



- Los materiales o herramientas utilizados que puedan ser peligrosos, deberán ser recogidos con cierta periodicidad para evitar su almacenamiento en las instalaciones de la obra.
- Los escombros y residuos generados durante el transcurso de la obra deberán ser recogidos y transportados para su adecuada gestión y/o eliminación.

6.7 Propuesta de medidas preventivas para reducir los riesgos laborales en la obra

A continuación, se presentan una serie de medidas preventivas y protecciones técnicas para la realización de los distintos trabajos que se pueden ejercer durante el transcurso de la obra, con la finalidad de reducir y controlar los riesgos que puedan poner en peligro la seguridad y salud de los trabajadores.

6.7.1 Protecciones personales

6.7.1.1 Protecciones de la cabeza

Con el fin de evitar que los trabajadores puedan sufrir algún golpe en la cabeza durante el transcurso de la obra, será de obligado cumplimiento el uso de casco por parte del personal que trabaje en la obra así como por parte de cualquier visitante. Estos cascos deberán poseer el marcado CE además de contar con el aislamiento eléctrico oportuno. Deberá aparecer indicado en el casco la función para la cual será destinado.

Además del uso de casco, será de obligado cumplimiento el uso de protecciones auditivas como tapones o cascos en aquellos lugares donde el nivel de ruido sea demasiado alto.

En cuanto a los trabajadores que realicen tareas de soldadura como soldadura eléctrica o contra arco eléctrico, tendrán que usar pantallas protectoras.

Por último, aquellos trabajadores que realicen tareas de corte mediante radial tendrán que utilizar gafas protectoras con el fin de evitar la posible proyección de partículas.

6.7.1.2 Protecciones del cuerpo

Los trabajadores deberán utilizar ropa de trabajo adecuada durante todo el proceso de ejecución de la obra en función de la tarea que vayan a realizar.



Los trabajadores que en algún momento del transcurso de la obra estén realizando tareas a una altura superior a 3 metros deberán utilizar cinturones de seguridad con el fin de evitar una posible caída.

6.7.1.3 Protecciones de las extremidades superiores

Para el manejo de materiales y objetos se deberán usar guantes adecuados de cuero anticorte.

Para el caso de tareas eléctricas que pongan en riesgo la seguridad del trabajador, los guantes de protección deberán ser dieléctricos y estar identificados con el símbolo del doble triángulo. Además, deberán indicar el fabricante, la fecha de producción y su categoría.

Todas las herramientas que se utilicen en tareas relacionadas con la electricidad deberán estar homologadas conforme a la norma UNE-EN-60900.

6.7.1.4 Trabajos en alturas

Como se ha mencionado anteriormente, cualquier trabajo que se realice a una altura superior a 3 metros requerirá del uso de cinturón o arnés de seguridad para evitar una posible caída. El arnés de seguridad será utilizado en aquellos casos en los que sea necesario el desplazamiento o movilidad del trabajador.

El cinturón de seguridad deberá estar fijado a puntos suficientemente resistentes como horquillas metálicas, techos u otro elemento estructural. Dicho cinturón no se deberá anclar a elementos como máquinas o andamios ya que eso podría poner en riesgo la seguridad y salud del trabajador. Por último, el cinturón de seguridad deberá quedar bien ajustado a la cintura y deberá tener un correcto mantenimiento para asegurar que se encuentre en buenas condiciones, sustituyéndolo por otro nuevo cuando sea necesario por cualquier tipo de deformación o rotura.

6.7.1.5 Trabajos con cortadora de discos

Cuando se utilice una cortadora de discos deberá asegurarse que la protección del disco sea de 1 cm como mínimo de la parte superior del disco de corte, quedando totalmente prohibido la utilización de esta herramienta sin dicho elemento de protección. Estará igualmente prohibido usar discos que no hayan sido diseñados para la máquina que



se esté usando. También será obligatoria la utilización de gafas protectoras para evitar que posibles partículas desprendidas puedan afectar a los ojos del trabajador.

6.7.1.6 Equipos de soldadura

Será de obligado cumplimiento el uso de gafas y guantes protectores siempre y cuando se utilice alguna máquina de soldar en el transcurso de la obra.

Siempre y cuando no se hayan tomado medidas preventivas especiales, quedará totalmente prohibido realizar trabajos de soldadura junto a zonas en las que se haya almacenado materiales inflamables, combustibles o explosivos.

En el caso de realizar una tarea de soldadura junto a un motor generador, transformador o rectificador, estos elementos deberán estar conectados a tierra para evitar cualquier tipo de contacto o derivación accidental.

6.7.1.7 Trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión en tensión

Cuando se realicen tareas cerca de instalaciones eléctricas de alta tensión o en el interior de una celda de tensión, será obligatorio realizar dichas tareas por parejas. Esta medida se establece con el fin de que, en caso de accidente de uno de los operarios, el otro pueda darle asistencia rápida y así mejorar la vigilancia y seguridad durante la tarea.

En este tipo de trabajos se deberá cumplir con la normativa operacional de la compañía eléctrica.

6.7.1.8 Trabajos con maniobras en aparatos de baja tensión

Cuando se realicen trabajos en los que se manejen equipos de baja tensión, será obligatorio comunicar al personal responsable de estas tareas el momento de inicio y fin de los trabajos. Sin el permiso del personal responsable no podrá utilizarse ninguno de los equipos mencionados anteriormente.

Este tipo de trabajos deberán realizarse siempre sin tensión, exceptuando los casos en los que así lo indiquen las especificaciones técnicas.

Siempre y cuando se utilicen equipos de baja tensión será obligatorio cumplir estas 5 premisas, llamadas también las 5 reglas de oro:

- Dejar abiertas las fuentes de tensión
- Bloquear o enclavar y señalizar la aparamenta que se deja abierta.



- Comprobar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes y entradas de tensión.
- Colocar las señales de seguridad necesarias.

6.7.1.9 Trabajos en recintos confinados subterráneos o con escasez de ventilación

Cuando se tengan que realizar trabajos en lugares donde la cantidad de oxígeno sea baja o contenga sustancias nocivas o tóxicas que puedan suponer un riesgo para la seguridad o salud del trabajador, será necesario adoptar ciertas medidas de seguridad.

Será necesario el uso de equipos de oxígeno y de mascarillas siempre y cuando haya que realizar tareas en el interior de recintos confinados donde pueda existir una atmósfera tóxica o nociva.

6.7.1.10 Trabajos de apertura de zanjas

Si durante la ejecución de la obra fuera necesaria la apertura de zanjas, se tendrá que tener en cuenta las condiciones del terreno. Si la profundidad de la zanja supera los 1,5 metros y las condiciones del terreno lo exigen, habrá que realizar entibaciones en la zanja.

Será obligatorio señalizar las diferentes canalizaciones que discurren por las zanjas mediante una cinta o barandilla que tengan 1 metro de altura, como mínimo. Dicha señalización será necesaria cuando haya proximidad de vehículos o circulación de personas en la zona.

Se permitirá la utilización de medios mecánicos hasta la protección de los servicios, sin embargo, cuando sea necesario descubrir los conductores habrá que emplear medios manuales para proceder a la extracción de arena.

6.7.2 Información Útil para Posibles Trabajos Posteriores

Será tarea del Contratista informar en el plan de seguridad y salud acerca de los trabajos de mantenimiento y conservación de las distintas instalaciones en lo que respecta a la seguridad y salud de los trabajadores. Este informe deberá ser facilitado a la compañía eléctrica.



7 PRESUPUESTO



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 01 MODULOS FOTOVOLTAICOS						
01.01		u	MÓDULO FV ATERSA A-330P GS O SIMILAR			
			Suministro e instalación de módulo fotovoltaico policristalino de alto rendimiento ATERSA A-330P GS, o similar, apoyado sobre estructura, completamente instalado, incluida mano de obra y pequeño material.			
P01	1,000	u	Módulo solar fotovoltaico	99,40	99,40	
P02	0,650	h	Mano de obra	26,37	17,14	
%	2,000	%	Material auxiliar	116,50	2,33	
TOTAL PARTIDA						118,87

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIECIOCHO EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 02 INVERSOR						
02.01		u	Inversor Huawei SUN2000-100KTL-M1 100 kW o equivalente			
			Suministro e instalación de Inversor trifásico Huawei SUN2000-100KTL-M1 100 kW o equivalente.			
P04	1,000	u	Inversor	6.082,50	6.082,50	
P03	2,000	h	Mano de obra	26,37	52,74	
P%	2,000	%	Material auxiliar	6.135,20	122,70	
TOTAL PARTIDA						6.257,94

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA FV					
03.01	u	ESTRUCTURA METÁLICA COPLANAR PARA FV			
		Parte proporcional de estructura metálica para fijación de un módulo fotovoltaico.			
P05	1,000	Estructura metálica para fijación de módulos fotovoltaicos	20,91	20,91	
P06	0,500	Mano de obra	26,37	13,19	
%P	2,000 %	Material auxiliar	34,10	0,68	
TOTAL PARTIDA					34,78

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 04 CABLEADO						
04.01	m		CONDUCTOR TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2 2,5 mm²			
			Suministro e instalación de conductor flexible apto para la conexión entre paneles fotovoltaicos y de los paneles al inversor. Cables de alta seguridad no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Aislamiento en CC de 1,8 kV según norma UNE-EN 50618:2015			
P07	1,000	m	CONDUCTOR TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2 2,5 mm ²	1,04	1,04	
P08	0,015	h	Mano de obra	26,37	0,40	
%P	2,000	%	Material auxiliar	1,40	0,03	
TOTAL PARTIDA						1,47
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS						
04.02	m		CONDUCTOR TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2 4 mm²			
			Suministro e instalación de conductor flexible apto para la conexión entre paneles fotovoltaicos y de los paneles al inversor. Cables de alta seguridad no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Aislamiento en CC de 1,8 kV según norma UNE-EN 50618:2015			
P21	1,000	m	CONDUCTOR TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2 4 mm ²	1,57	1,57	
P08	0,015	h	Mano de obra	26,37	0,40	
%P	2,000	%	Material auxiliar	2,00	0,04	
TOTAL PARTIDA						2,01
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con UN CÉNTIMOS						
04.03	m		CONDUCTOR TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2 6 mm²			
			Suministro e instalación de conductor flexible apto para la conexión entre paneles fotovoltaicos y de los paneles al inversor. Cables de alta seguridad no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Aislamiento en CC de 1,8 kV según norma UNE-EN 50618:2015			
P22	1,000	m	CONDUCTOR TOPSOLAR PV ZZ-F/H1Z2Z2 6 mm ²	2,02	2,02	
P08	0,015	h	Mano de obra	26,37	0,40	
%P	2,000	%	Material auxiliar	2,40	0,05	
TOTAL PARTIDA						2,47
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS						
04.04	u		CONECTOR MC4 (MACHO+HEMBRA)			
			Conector MC4 macho/hembra, 2,5/6 mm ² para conexión de módulos fotovoltaicos			
P09	1,000	u	Conector MC4 (macho+hembra)	4,35	4,35	
P10	0,200	u	Mano de obra	26,37	5,27	
TOTAL PARTIDA						9,62
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS						
04.05	m		BANDEJA REJILLA 150x60			
			Suministro e instalación de bandeja de vanillas de 150x60mm acero electrosoldadas con borde de seguridad que evite daños a las personas y a los cables, galvanizado en caliente según UNE-EN ISO 14661.			
P11	1,000	m	Bandeja rejilla 150x60	8,90	8,90	
P12	0,100	h	Mano de obra	26,37	2,64	
%P	2,000	%	Material auxiliar	11,50	0,23	
TOTAL PARTIDA						11,77
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS						
04.06	u		INSTALACIÓN RED DE TIERRAS			
			Suministro e instalación de punto de puesta a tierra, formado por cable de tierra de 35mm ² desnudo de cobre, picas, terminal para unión. Realizado según REBT.			
P13	1,000	u	Punto de puesta a tierra	236,20	236,20	
P14	0,800	h	Mano de obra	56,28	45,02	
%P	2,000	%	Material auxiliar	281,20	5,62	
TOTAL PARTIDA						286,84
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS						



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
04.07	m	CONDUCTOR RZ1/K (AS) 4x70 mm²			
		CONDUCTOR RZ1/K (AS) 4x70 mm ² de cobre, no propagador de la llama y sin emisiones. Instalado con identificación de circuitos, terminales necesarios, pruebas eléctricas y de aislamiento, puesta en marcha, sellado de tubos y conductos donde sea necesario. Instalado.			
P15	1,000 m	CONDUCTOR RZ1/K (AS) 4x70 mm ²	29,52	29,52	
P16	0,100 h	Mano de obra	26,37	2,64	
%P	2,000 %	Material auxiliar	32,20	0,64	
TOTAL PARTIDA					32,80

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y DOS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

04.08	m	CANALIZACIÓN TUBO PVC RÍGIDO			
		Canalización tubo de PVC de 50mm empotrada en pared. Completamente instalada.			
P17	1,000 m	Canalización tubo PVC rígido	1,47	1,47	
P18	0,100 h	Mano de obra	26,37	2,64	
P%	2,000 %	Material auxiliar	4,10	0,08	
TOTAL PARTIDA					4,19

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO CANTIDAD UD RESUMEN PRECIO SUBTOTAL IMPORTE

CAPÍTULO 05 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y MANDO

05.01	u	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO SCHNEIDER COMPACT NSX 200 A			
		Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NSX 200 A tetrapolar completamente instalado.			
P23	1,000	u Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NSX 200 A	756,38	756,38	
P20	0,700	h Mano de obra	26,37	18,46	
%P	2,000	% Material auxiliar	774,80	15,50	
TOTAL PARTIDA					790,34

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

05.02	u	RELÉ DIFERENCIAL TOROIDAL SCHNEIDER RH10M			
		Relé diferencial toroidal Schneider RH10M de alta inmunidad. Sensibilidad 300 mA. Completamente instalado.			
P19	1,000	u Relé diferencial toroidal Schneider RH10M	237,82	237,82	
P20	1,200	h Mano de obra	26,37	31,64	
%P	2,000	% Material auxiliar	269,50	5,39	
TOTAL PARTIDA					274,85

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

05.03	u	FUSIBLES 10A 10x38			
		Suministro e instalación de 38 fusibles de 10x38 de 10A. Curva tipo gG			
P24	1,000	u Fusible 10A	2,50	2,50	
P20	0,050	h Mano de obra	26,37	1,32	
%P	2,000	% Material auxiliar	3,80	0,08	
TOTAL PARTIDA					3,90

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

05.04	u	INTERRUPTOR DE CORTE EN CARGA CAHORS 0234803-M44FOT			
		Suministro e instalación de caja con interruptor de corte en carga CAHORS 0234803-M44FOT de hasta 250 A			
P27	1,000	u Interruptor de corte en carga CAHORS 0234803-M44FOT	121,20	121,20	
P28	1,200	h Mano de obra	26,37	31,64	
%P	2,000	% Material auxiliar	152,80	3,06	
TOTAL PARTIDA					155,90

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

05.05	u	CAJA DE PROTECCIÓN AC CAHORS			
		Caja apta para montaje exterior incluyendo carriles, tornillería, bornes, etc. para su instalación.			
P29	1,000	u Caja de protección AC Cahors	107,91	107,91	
P30	0,700	h Mano de obra	26,37	18,46	
%P	2,000	% Material auxiliar	126,40	2,53	
TOTAL PARTIDA					128,90

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTIOCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

05.06	u	CAJA DE FUSIBLES TDPF1 CAHORS			
		Suministro e instalación de caja de fusibles Cahors con interruptor de corte en carga incluido. Protección de 2 fusibles por string, uno por polo.			
P31	1,000	u Caja de fusibles TDPF1 Cahors	327,42	327,42	
P32	1,200	h Mano de obra	26,37	31,64	
%P	2,000	% Material auxiliar	359,10	7,18	
TOTAL PARTIDA					366,24

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 06 MONITORIZACIÓN Y MEDIDA						
E02		u	EQUIPO DE MONITORIZACIÓN HUAWEI SMARTLOGGER 3000A			
			Suministro e instalación de registrador de datos para los inversores Huawei de la gama KTL.			
P25	1,000	u	Equipo de monitorización Huawei SmartLogger 3000A	596,31	596,31	
P26	1,200	h	Mano de obra	26,37	31,64	
%P	2,000	%	Material auxiliar	628,00	12,56	
TOTAL PARTIDA						640,51

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS CUARENTA EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 07 SEGURIDAD Y SALUD						
07.01	u		COORDINADOR DE SEGURIDAD			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA			792,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS						
07.02	u		MEDIOS DE SEGURIDAD Y SALUD			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA			604,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS CUATRO EUROS						



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

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

CAPÍTULO 08 VARIOS

08.01	u	ALQUILER DIARIO PLATAFORMA ELEVADORA DE TIJERA			
-------	---	--	--	--	--

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA.....	216,75
--------------------	--------

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



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 09 TRÁMITES Y LEGALIZACIONES						
09.01	u		Legalización, Proyecto obra-instalación, certificados, etc			
				Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA.....						1.750,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETECIENTOS CINCUENTA EUROS



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 MODULOS FOTOVOLTAICOS									
01.01	u MÓDULO FV ATERSA A-330P GS O SIMILAR								
	Suministro e instalación de módulo fotovoltaico policristalino de alto rendimiento ATERSA A-330P GS, o similar, apoyado sobre estructura, completamente instalado, incluida mano de obra y pequeño material.								
							303,00	118,87	36.017,61
	TOTAL CAPÍTULO 01 MODULOS FOTOVOLTAICOS								36.017,61



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 INVERSOR									
02.01	u Inversor Huawei SUN2000-100KTL-M1 100 kW o equivalente								
	Suministro e instalación de Inversor trifásico Huawei SUN2000-100KTL-M1 100 kW o equivalente.								
							1,00	6.257,94	6.257,94
	TOTAL CAPÍTULO 02 INVERSOR								6.257,94



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA FV									
03.01	u ESTRUCTURA METÁLICA COPLANAR PARA FV								
	Parte proporcional de estructura metálica para fijación de un módulo fotovoltaico.								
							303,00	34,78	10.538,34
	TOTAL CAPÍTULO 03 ESTRUCTURA FV								10.538,34



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 CABLEADO									
04.01	m CONDUCTOR TOPSOLAR PV ZZ-F/H1ZZ22 2,5 mm2 Suministro e instalación de conductor flexible apto para la conexión entre paneles fotovoltaicos y de los paneles al inversor. Cables de alta seguridad no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Aislamiento en CC de 1,8 kV según norma UNE-EN 50618:2015						218,81	1,47	321,65
04.02	m CONDUCTOR TOPSOLAR PV ZZ-F/H1ZZ22 4 mm2 Suministro e instalación de conductor flexible apto para la conexión entre paneles fotovoltaicos y de los paneles al inversor. Cables de alta seguridad no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Aislamiento en CC de 1,8 kV según norma UNE-EN 50618:2015						690,40	2,01	1.387,70
04.03	m CONDUCTOR TOPSOLAR PV ZZ-F/H1ZZ22 6 mm2 Suministro e instalación de conductor flexible apto para la conexión entre paneles fotovoltaicos y de los paneles al inversor. Cables de alta seguridad no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Aislamiento en CC de 1,8 kV según norma UNE-EN 50618:2015						424,29	2,47	1.048,00
04.04	u CONECTOR MC4 (MACHO+HEMBRA) Conector MC4 macho/hembra, 2,5/6 mm2 para conexión de módulos fotovoltaicos						38,00	9,62	365,56
04.05	m BANDEJA REJILLA 150x60 Suministro e instalación de bandeja de vanillas de 150x60mm acero electrosoldadas con borde de seguridad que evite daños a las personas y a los cables, galvanizado en caliente según UNE-EN ISO 14661.						151,40	11,77	1.781,98
04.06	u INSTALACIÓN RED DE TIERRAS Suministro e instalación de punto de puesta a tierra, formado por cable de tierra de 35mm2 desnudo de cobre, picas, terminal para unión. Realizado según REBT.						1,00	286,84	286,84
04.07	m CONDUCTOR RZ1/K (AS) 4x70 mm2 CONDUCTOR RZ1/K (AS) 4x70 mm2 de cobre, no propagador de la llama y sin emisiones. Instalado con identificación de circuitos, terminales necesarios, pruebas eléctricas y de aislamiento, puesta en marcha, sellado de tubos y conductos donde sea necesario. Instalado.						4,00	32,80	131,20
04.08	m CANALIZACIÓN TUBO PVC RÍGIDO Canalización tubo de PVC de 50mm empotrada en pared. Completamente instalada.						4,00	4,19	16,76
TOTAL CAPÍTULO 04 CABLEADO.....									5.339,69



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 05 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y MANDO									
05.01	u INTERRUPTOR AUTOMÁTICO SCHNEIDER COMPACT NSX200 A Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NSX 200 A tetrapolar completamente instalado.						1,00	790,34	790,34
05.02	u RELÉ DIFERENCIAL TOROIDAL SCHNEIDER RH10M Relé diferencial toroidal Schneider RH10M de alta inmunidad. Sensibilidad 300 mA. Completamente instalado.						1,00	274,85	274,85
05.03	u FUSIBLES 10A 10x38 Suministro e instalación de 38 fusibles de 10x38 de 10A. Curva tipo gG						38,00	3,90	148,20
05.04	u INTERRUPTOR DE CORTE EN CARGA CAHORS 0234803-M44FOT Suministro e instalación de caja con interruptor de corte en carga CAHORS 0234803-M44FOT de hasta 250 A						1,00	155,90	155,90
05.05	u CAJA DE PROTECCIÓN AC CAHORS Caja apta para montaje exterior incluyendo carriles, tornillería, bornes, etc. para su instalación.						1,00	128,90	128,90
05.06	u CAJA DE FUSIBLES TDPF1 CAHORS Suministro e instalación de caja de fusibles Cahors con interruptor de corte en carga incluido. Protección de 2 fusibles por string, uno por polo.						1,00	366,24	366,24
TOTAL CAPÍTULO 05 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y MANDO.....									1.864,43



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 06 MONITORIZACIÓN Y MEDIDA									
E02	u EQUIPO DE MONITORIZACIÓN HUAWEI SMARTLOGGER 3000A								
	Suministro e instalación de registrador de datos para los inversores Huawei de la gama KTL								
							1,00	640,51	640,51
	TOTAL CAPÍTULO 06 MONITORIZACIÓN Y MEDIDA								640,51



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 07 SEGURIDAD Y SALUD									
07.01	u COORDINADOR DE SEGURIDAD						1,00	792,00	792,00
07.02	u MEDIOS DE SEGURIDAD Y SALUD						1,00	604,00	604,00
TOTAL CAPÍTULO 07 SEGURIDAD Y SALUD.....									1.396,00



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 08 VARIOS									
08.01	u ALQUILER DIARIO PLATAFORMA ELEVADORA DE TIJERA						9,00	216,75	1.950,75
TOTAL CAPÍTULO 08 VARIOS.....									1.950,75



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 09 TRÁMITES Y LEGALIZACIONES									
09.01	u Legalización, Proyecto obra-instalación, certificados, etc								
							1,00	1.750,00	1.750,00
	TOTAL CAPÍTULO 09 TRÁMITES Y LEGALIZACIONES.....								1.750,00
	TOTAL.....								65.755,27



RESUMEN DE PRESUPUESTO

Presupuesto Instalación Fotovoltaica

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	MODULOS FOTOVOLTAICOS.....	36.017,61	54,78
02	INVERSOR.....	6.257,94	9,52
03	ESTRUCTURA FV.....	10.538,34	16,03
04	CABLEADO.....	5.339,69	8,12
05	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y MANDO.....	1.864,43	2,84
06	MONITORIZACIÓN Y MEDIDA.....	640,51	0,97
07	SEGURIDAD Y SALUD.....	1.396,00	2,12
08	VARIOS.....	1.950,75	2,97
09	TRÁMITES Y LEGALIZACIONES.....	1.750,00	2,66
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		65.755,27	
	13,00% Gastos generales.....	8.548,19	
	6,00% Beneficio industrial.....	3.945,32	
	SUMA DE G.G. y B.I.	12.493,51	
	21,00% I.V.A.....	16.432,24	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		94.681,02	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		94.681,02	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de NOVENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con DOS CÉNTIMOS

La Carolina, a 2 de septiembre de 2020.

El promotor

La dirección facultativa