



PROYECTO TÉCNICO
DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
DE 125 KW PARA AUTOCONSUMO DE UNA
ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
EN CINTRUENIGO.



TITULAR: MANCOMUNIDAD AGUAS DE CASCANTE, CINTRUENIGO Y FITERO
EMPLAZAMIENTO: LA ESTANQUILLA, S/N, CINTRUENIGO, NAVARRA

AUTOR DEL PROYECTO: GUILLAUME GOICHON
INGENIERO INDUSTRIAL, N.º COLEGIADO 1439, COIINA
Tel: 605.08.55.78

Tabla de índice

1	MEMORIA DESCRIPTIVA	4
1.1	ANTECEDENTES.....	5
1.2	OBJETO.....	5
1.3	RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.....	5
1.3.1	Agentes	5
1.3.2	Emplazamiento	6
1.3.3	Potencia de la instalación	7
1.3.4	Tensiones.....	7
1.3.5	Modalidad de autoconsumo.....	7
1.3.6	Presupuesto total	7
1.4	NORMATIVA APLICABLE.....	8
1.5	DURACIÓN DE LA OBRA	9
1.6	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	9
1.6.1	Previsión de potencias.....	10
1.6.2	Módulo fotovoltaico	10
1.6.3	Generador solar	11
1.6.4	Sistema de sujeción	13
1.6.5	Inversor solar	15
1.6.6	Dispositivo Anti-vertido a la red	16
1.6.7	Clasificación de la instalación eléctrica.....	17
1.6.8	Elementos de protección, maniobra y medida.....	17
1.6.9	Otras protecciones	18
1.6.10	Canalizaciones y cableado.....	19
1.6.11	Puesta a tierra	20
2	CÁLCULOS	22
2.1	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	23
2.1.1	Tensión nominal y caída de tensión admisible	23
2.1.2	Cálculos de secciones	23
2.1.3	Sobrecargas	24
2.1.4	Cortocircuitos	24
2.1.5	Sobretensiones	24
2.1.6	Protección contra contactos indirectos.....	25
2.1.7	Resumen de cálculos eléctricos.....	25
2.2	CÁLCULOS ESTRUCTURA SOPORTE MÓDULOS SOLARES	26

2.2.1	Descripción de la estructura soporte.	26
2.2.2	Acciones permanentes. Peso propio	27
2.2.3	Acciones variables	28
2.3	CONSUMO, PRODUCCIÓN SOLAR Y BALANCE DE AUTOCONSUMO	32
2.3.1	Datos de consumo	32
2.3.2	Datos geográficos	33
2.3.3	Distancia mínima entre filas de módulos solares	33
2.3.4	Producción solar	34
2.3.5	Balance energético de autoconsumo	36
2.3.6	Balance Medio Ambiental	36
3	PLIEGO DE CONDICIONES	38
3.1	CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA.....	39
3.2	CALIDAD DE LOS MATERIALES	39
3.3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y PARTICULARES	39
3.3.1	Sistemas generadores fotovoltaicos.....	39
3.3.2	Estructura soporte	40
3.3.3	Inversores	41
3.3.4	Conductores eléctricos	42
3.3.5	Conductores de protección	43
3.3.6	Identificación de los conductores	43
3.3.7	Canalizaciones	43
3.3.8	Cajas de empalme y derivación	45
3.3.9	Aparatos de mano y maniobra	45
3.3.10	Aparatos de protección	45
3.4	NORMAS DE EJECUCIÓN	49
3.5	VERIFICACIONES Y PRUEBAS	49
3.6	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	50
3.6.1	Mantenimiento.....	50
3.6.2	Condiciones de seguridad.....	51
3.7	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN	51
3.7.1	Libro de órdenes.....	51
3.7.2	Libro de mantenimiento	51
4	MEDICIÓN Y PRESUPUESTO.....	52
5	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	54
5.1	ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN.....	55
5.2	DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN	56
5.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA	56
5.3.1	Descripción de la obra y situación	56

5.3.2	Suministro de energía eléctrica	56
5.3.3	Suministro de agua potable	57
5.3.4	Servicios higiénicos	57
5.3.5	Servicios y condicionantes	57
5.4	TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS A UTILIZAR	57
5.5	PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y MEDIOS	57
5.6	PROTECCIONES Y FORMACIÓN	58
5.6.1	Protecciones individuales	58
5.6.2	Protecciones colectivas	58
5.6.3	Formación	59
5.7	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS	59
5.7.1	Riesgos laborales evitables completamente	59
5.7.2	Riesgos laborales no eliminables completamente	60
5.8	RIESGOS LABORALES ESPECIALES	61
5.9	MEDIDAS GENERALES PARA LA ELIMINACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS	61
5.10	PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES	64
5.11	CONDICIONES GENERALES	65
5.12	CONDICIONES DE SEGURIDAD A LLEVAR A CABO EN LOS TRABAJOS CORRESPONDIENTES A LAS OBRAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	65
6	ANEXOS	67
6.1	FICHAS TÉCNICAS Y CERTIFICADOS COMPONENTES	67
6.2	INFORME CALCULO CARGA DE VIENTO	67
6.3	INFORMES DE PRODUCCIÓN PVGIS	67
6.4	PLANO DE REFERENCIA CATASTRAL	67
6.5	PLANO DE SITUACIÓN	67
6.6	PLANO DE PUNTO DE INTERCONEXIÓN CON RED	67
6.7	PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS	67
6.8	ESQUEMA UNIFILAR	67
6.9	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	67
6.10	PRESUPUESTO DETALLADO	67

1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 ANTECEDENTES

Se redacta el presente **PROYECTO TÉCNICO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 125 KW PARA AUTOCONSUMO ELÉCTRICO**, a petición de la **MANCOMUNIDAD DE AGUAS DE CASCANTE, CINTRUENIGO Y FITERO**, con NIF **P3122208F** y con domicilio social en Plaza de Los Fueros nº1, 31592 Cintruenigo (Navarra), y a Instancia de la Consejería de Hacienda, Industria y Energía, la compañía distribuidora y ante todos los organismos competentes.

1.2 OBJETO

El día 5 de Abril de 2019, se aprobó el Real Decreto 244/2019 que regula el autoconsumo eléctrico en las instalaciones de generación fotovoltaica. Este Decreto es el que regula el RD-ley 15/2018 que tiene como objetivo impulsar el autoconsumo con el fin de que los consumidores, productores, y la sociedad en su conjunto, puedan beneficiarse de las ventajas que puede acarrear esta actividad, en términos de menores necesidades de red, mayor independencia energética y menores emisiones de gases de efecto invernadero.

El objeto de este proyecto es describir las principales características técnicas y de funcionamiento de la instalación de energía solar fotovoltaica de autoconsumo, asociada a un suministro de baja tensión existente, sirviendo de base para la ejecución de la misma, contando para ello, y dando cumplimiento a las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente.

1.3 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

1.3.1 Agentes

- **Promotor/Titular:**

NOMBRE: MANCOMUNIDAD AGUAS DE CASCANTE, CINTRUENIGO Y FITERO
DOMICILIO SOCIAL: Plaza de Los Fueros, nº 1
POBLACIÓN: 31592 Cintruenigo (Navarra)
NIF: P3122208F

- **Autor del proyecto:**

El autor del presente proyecto es D. Guillaume Goichon, Ingeniero Industrial, Colegiado Nº 1439 del colegio COIINA de Pamplona.

1.3.2 Emplazamiento

La instalación fotovoltaica se realizará dentro del recinto de la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) de la Mancomunidad de Aguas, ubicada en La Balsa de Las Estanquillas, 31592 Cintruenigo (Navarra).

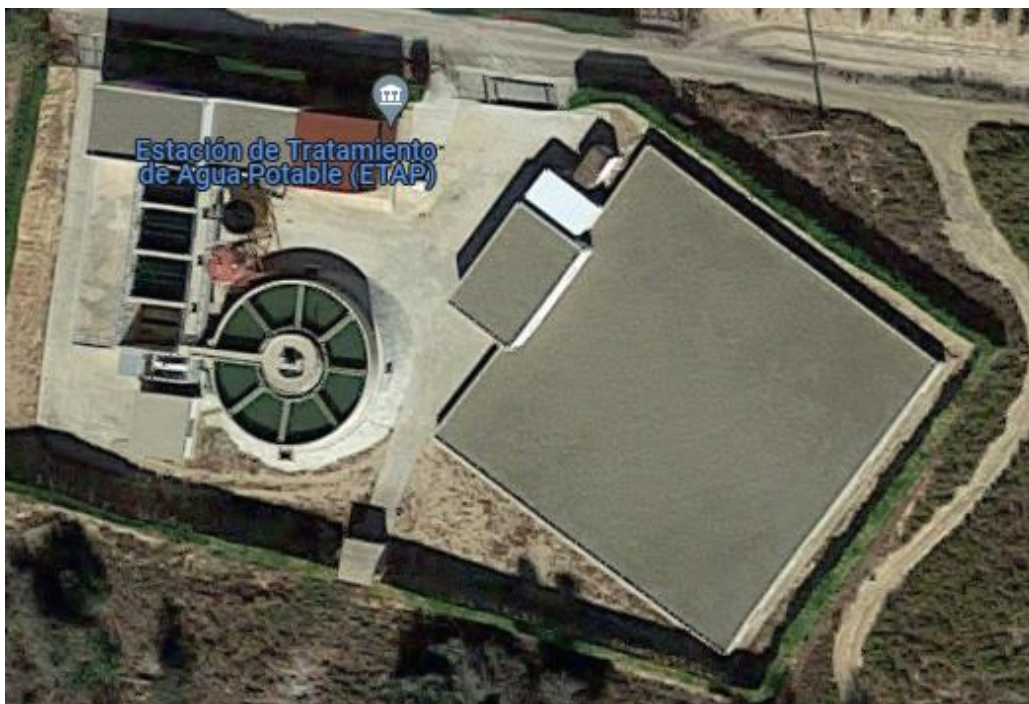


Figura nº1: Situación geográfica ETAP Cintruenigo

- Referencia catastral: 310000000001132479TX, Polígono 5, Parcela 977 de Cintruenigo, y sus coordenadas U.T.M Huso 30 ETRS89 son:

UTM-30N (Datum ETRS-89):
X= 599649,80; Y= 4654910,10

Se instalarán los módulos solares sobre una esplanada de hormigón a 1,5 m del suelo, que representa la cubierta del depósito de agua tratada en la ETAP. La superficie disponible total de la cubierta es de $40 \times 40 \text{ m} = 1600 \text{ m}^2$. Se utilizarán a próximamente 1100 m^2 para la colocación de los módulos solares.

La instalación de autoconsumo se conectará al nivel del cuadro principal de baja tensión en la sala de control de la ETAP ubicada en el edificio contiguo a 40 metros del campo solar.

Detalle que puede apreciarse en plano de situación y emplazamiento que se adjunta en anexos.

CUPS DE SUMINISTRO ASOCIADO: **ES 0021 0000 0658 2006 XR**

1.3.3 Potencia de la instalación

La potencia nominal de la instalación solar es de: 125 kW

1.3.4 Tensiones

En corriente continua, la tensión de trabajo será de: 704 Voltios.

En corriente alterna, la interconexión con la red interior del consumidor asociado se realizará en baja tensión:

- Clase de corriente: Trifásica
- Tensión: 400 Voltios
- Régimen del neutro: TT
- Frecuencia: 50 Hz
- $\cos \varphi = 1$

1.3.5 Modalidad de autoconsumo

El Autoconsumo será de tipo **Individual**, con conexión en red interior, con modalidad de suministro **Sin Excedentes**, mediante el uso de un mecanismo de anti-vertido garantizando que ninguna energía solar sobrante sea vertida a la red de la distribuidora eléctrica.

1.3.6 Presupuesto total

El presupuesto de ejecución asciende a la cantidad de: **77.864,69 Euros** (IVA no incluido)

1.4 NORMATIVA APLICABLE

La presente memoria recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 244/2019, del 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 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 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002) y Normas UNE indicadas en el mismo.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

1.5 DURACIÓN DE LA OBRA

La duración estimada de la obra es de 5-6 semanas.

Ver en anexo el cronograma de ejecución de la instalación.

1.6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación solar objeto de la memoria convierte la energía que proporciona el sol a través de la radiación solar en energía eléctrica alterna a 400 voltios que será inyectada directamente en la instalación interior de baja tensión del establecimiento.

Los módulos fotovoltaicos, que irán instalados sobre estructuras fijas, son los elementos encargados de convertir la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica.

La corriente continua así generada se convierte en corriente alterna mediante inversores, que inyectarán la energía eléctrica producida en la instalación eléctrica interior del establecimiento.

Para garantizar en todo momento la integridad física de las personas, la calidad del suministro y no provocar averías en la red, la instalación incorporará todos los elementos de protección necesarios, tales como interruptor automático de desconexión, seccionador, magnetotérmico, etc...

Según el Real Decreto 44/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo, en su artículo 4. Clasificación de modalidades de autoconsumo, la instalación fotovoltaica pertenece a:

Modalidad de suministro de tipo autoconsumo individual, de conexión en red interior y SIN EXCEDENTES:

En esta modalidad, la instalación de producción asociada a la del consumo, se conecta en la red de distribución, al nivel de la red interior del consumidor, y dispone de un sistema antivertido tal que impida la inyección de energía eléctrica excedentaria a la red de distribución.

Se pretende la instalación de un generador fotovoltaico, mediante un inversor solar de potencia nominal total de 125kW, con conexión trifásica 400V, conectada a la red interior del suministro asociado con CUPS **ES 0021 0000 0658 2006 XR**.

La instalación fotovoltaica se realizará sobre una esplanada contigua al edificio principal del titular, teniendo una altura de 1,5 m2 con respecto al suelo y una ocupación de 1100 m2 con los módulos que está previsto instalar. La instalación que se va a proyectar está formada por los siguientes componentes principales:

- Módulos fotovoltaicos.
- Sistema de suportación y sujeción.
- Inversores.
- Elementos de protección, maniobra y medida.
- Cableado y línea general.
- Toma de tierra.

1.6.1 Previsión de potencias

Se proyecta la instalación de 288 módulos de 440 Wp de la marca TRINASOLAR, modelo TSM-440NEG9R.28 VERTEX S+ de Silicio Monocristalino, por tanto, una potencia total pico máxima de 126,72 kWp.

Para su conexión se utilizará 1 Inversor modelo SG125CX-P2 de la firma SUNGROW con una potencia nominal de 125.000 W.

1.6.2 Módulo fotovoltaico

Está constituido por 144 células fotovoltaicas de silicio monocristalino de alta eficiencia. Las conexiones redundantes múltiples en la parte delantera y trasera de cada célula ayudan asegurar la fiabilidad del circuito del módulo. El marco de aluminio anodizado y el frente de vidrio de conformidad con estrictas normas de calidad hacen que los módulos soporten las inclemencias climáticas más duras, funcionando eficazmente sin interrupción durante su vida útil.

El módulo está formado por un cristal con alto nivel de transmisividad, además cuenta con el encapsulante (POE/EVA), el etil-viniloacetato modificado, utilizados en la fabricación de los módulos. La lámina posterior consta de varias capas, cada una con una función específica, ya sea adhesión, aislamiento eléctrico o aislamiento frente a las inclemencias meteorológicas. Además, el marco está fabricado con aluminio anodizado que provee al perfil una resistencia mucho mayor a la corrosión. Las células de alta eficiencia van embutidas en EVA y protegidas contra la suciedad, la humedad y golpes, por un frente especial de vidrio templado antirreflejante y una fina lámina de Tedlar en su parte posterior, asegurando de esta forma su total estanqueidad.

El módulo nos garantiza el 85 % de la potencia durante 30 años y 25 años contra defectos de fabricación. Además, los módulos y su proceso de producción cumplen las normas UNE y ISO aplicables y en particular deben cumplir las normas IEC 61215 y UL1703 y sea de clase II, certificado por TUV.

Se muestran a continuación las características técnicas más significativas del módulo seleccionado:

TRINASOLAR TSM-440NEG9R.28 VERTEX S+	
Tipo de célula	Monocrystalino
Nº de células y conexiones	144 en serie
Potencia pico (Wp)	440
Tensión punto máxima potencia (Vmppt)	44,00 V
Intensidad punto máxima potencia (Imppt)	10,01 A
Corriente de cortocircuito (Isc)	10,67 A
Tensión de circuito abierto (Voc)	52,2 V
Eficiencia del módulo (%)	22,00 %
Tolerancia de Potencia (W)	0/+5 W
Máximo Intensidad Fusible (A)	20 A
Coeficiente Temperatura de Isc	0,040%/°C
Coeficiente Temperatura de Voc	-0,240%/°C
Coeficiente Temperatura de Pmax	-0,30%/°C
Tensión máxima	1500 VDC
Dimensiones	1762x1134x30 mm
Peso	21,0 kg

Figura nº2: Características del módulo solar

- Nº de módulos: 288 unidades

Estas características son especificaciones en condiciones estándar (según la normativa EN 61215) de 1000W/m², temperatura de la célula de 25 °C y una masa de aire de 1,5.

Se acompaña la hoja técnica del módulo solar.

1.6.3 Generador solar

Los módulos solares forman un campo solar de una potencia total de 126,72 kWp. Se colocarán sobre una esplanada de hormigón, teniendo una altura de 1,5 m² con

respecto al suelo, sujetos por un sistema autoportante con una inclinación de 10° en la orientación Suroeste (Acimut= $+36^\circ$ C), con el fin de no perforar la cubierta.



Figura nº3: Distribución Placas solares proyectadas 2D – 125 kW

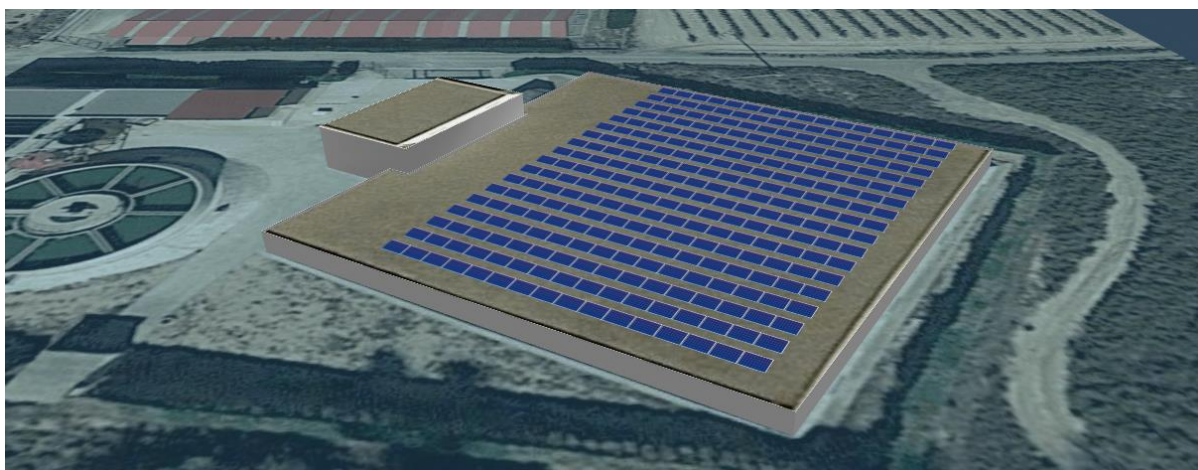


Figura nº4: Distribución Placas solares proyectadas 3D – 125 kW

La potencia pico total de la instalación será de 126,72 kWp, formado por un total de 288 módulos solares fotovoltaicos de 440 Wp de potencia unitaria:

- Campo solar de 126,72 kWp, constituido de 18 filas de 16 módulos solares en posición horizontal, con 10º de inclinación, orientado hacia el Suroeste (Acimut: + 36º)

La tensión de trabajo del campo fotovoltaico, en corriente continua en el punto de máxima potencia será de 704 V.

1.6.4 Sistema de sujeción

Uno de los elementos más importantes de una instalación fotovoltaica, para asegurar un perfecto aprovechamiento de la radiación solar, es la estructura soporte, encargada de sustentar los módulos solares y formar el propio panel.

Las exigencias del Código Técnico de la Edificación relativas a seguridad estructural serán de aplicación a la estructura soporte de módulos. El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante. La estructura se realizará teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos. Pueden ser de dos formas, fijas y lastradas. A su vez pueden ser sobre suelo o sobre cubierta. En este proyecto. se empleará un sistema de sujeción de las placas solares, de tipo “autoportante” con el fin de no perforar la cubierta plana, con el peso adecuado para aguantar la presión frontal y de succión del viento, y por otro lado dentro del rango de sobrecarga admisible por la cubierta.

Teniendo en cuenta estos criterios, se opta por el producto ENNOVABLOC 10 R, que tiene un diseño pensado para un fácil manejo y rápido montaje, evitando tener que perforar las cubiertas:

- Dimensiones: 1160 x 120 x 370 mm
- Peso: 65 kg
- Garantía materiales: 25 años
- Materiales 100% reciclables
- Marcado CE

Dicho sistema de soporte deberá resistir a los efectos de presión de la fuerza del viento, así como la sobrecarga de nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE DB SE-AE), y dentro del rango de sobrecargas admisibles por la cubierta reflejadas en el proyecto “Deposito General de Agua Tratada de Las Estanquillas en Cintruenigo” elaborado en Enero 2010.



Figura nº5: Bloque autoportante solar ENNOVABLOC 10°R

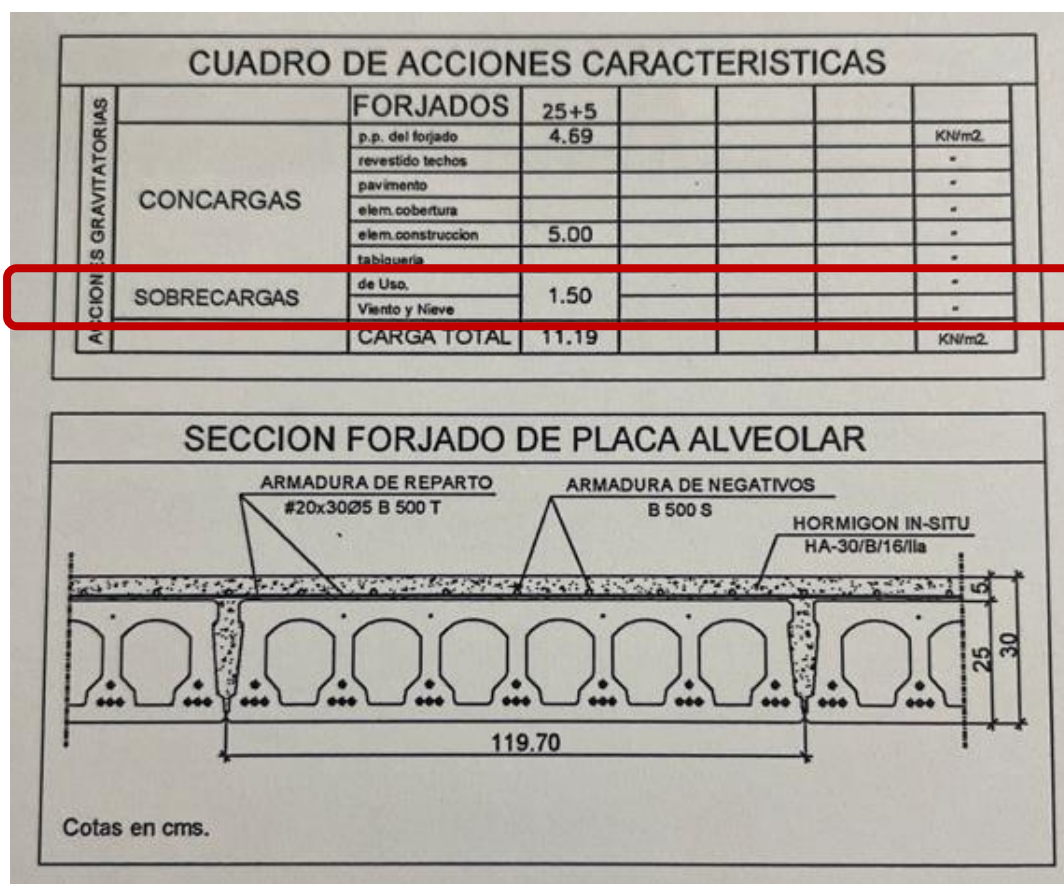


Figura nº6: Cargas cubierta plana Proyecto Depósito Enero 2010

Tal como indicado en el proyecto de construcción de la cubierta, la sobrecarga total admisible a efectos de Uso, Viento y Nieve de la cubierta es de 1,50 kN/m², que representan **153 kg/m²**.

1.6.5 Inversor solar

Se prevé un inversor solar fotovoltaico de 125 kW de potencia nominal, de la marca SUNGROW, modelo SG125CX-P2.

La carcasa metálica del mismo irá conectada a la toma de tierra de la instalación.

El inversor es un equipo diseñado para inyectar a la red eléctrica convencional, la energía producida por un generador fotovoltaico. Su principal misión es garantizar la calidad de la energía vertida a la red, así como aglutinar una serie de protecciones tanto para los operarios de mantenimiento de las redes como para el titular de la instalación.

El inversor se encarga de convertir la energía generada en el campo fotovoltaico en corriente continua a corriente alterna a 230/400 V y sincronizar la frecuencia con la de la red.

El inversor cumple con todas las protecciones establecidas en la normativa vigente, en especial con las directrices del Real Decreto 1663/2000, la directiva 73/23/CEE, la directiva 89/336/CEE de compatibilidad electromagnética, y la directiva 93/68/CEE denominación CE, así como todos los requisitos técnicos establecidos en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red, PCT-C Rev-octubre 2002.

La conexión del inversor se realizará en paralelo con la red de la compañía eléctrica en trifásica. En nuestro caso, se va a emplear la energía producida para consumo propio de la empresa.



Figura nº7: Inversor solar SUNGROW SG125CX-P2 de 125 kW

El equipo dispone de 24 entradas DC de Strings de modulos, y 12 entradas DC MPPT (Punto de Maxima Potencia), permitiendo un rendimiento optimizado de producción.

El equipo Inversor, se colocará, dentro la caseta de instalaciones y mantenimiento, junto al campo solar fotovoltaico (Colocación en pared).

Se llevará la acometida saliente de corriente alterna del inversor solar en suelo mediante canalización enterrada existente, hasta el cuadro eléctrica principal de baja tensión de la mancomunidad, ubicado en la sala de control.

- **NUMERO DE INVERSORES: 1**

SG125CX-P2	
Potencia nominal activa de salida de AC	125 kVA
Tensión nominal de salida	400 V, 3W+N+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz
Intensidad nominal de salida CA	181,1 A @ 400V
Eficiencia europea	98,3% @ 400V
Máx. Distorsión armónica total (THD):	<3%
Tensión nominal de entrada (VCC)	600 V
Máxima intensidad por entrada MPPT	30 A
N.º de entradas series DC	24
N.º de entradas Punto máxima Potencia (MPPT)	12
Rango Tensión punto máxima potencia (Vmppt)	180-1000 V
Factor de potencia a potencia asignada	1
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP66
Topología	Sin transformador
Peso	87 kg
Dimensiones	1020x795x360 mm

Figura nº8: Características del inversor solar

Se acompaña la hoja técnica del inversor.

1.6.6 Dispositivo Anti-vertido a la red

Se empleará un dispositivo, analizador de redes, para medir la energía importada desde la red. A su vez, se usará este dispositivo para realizar el sistema antivertido en la modalidad “Sin excedentes”, para garantizar la inyección “o” de la energía solar excedentaria.



Figura nº9: Dispositivo inyección O certificado, SUNGROW

Se usará el equipo analizador de redes del propio fabricante del inversor, que dispone de la certificación acreditada para cumplir con los requisitos de “inyección o” según Real Decreto 244/2019. (Ver certificado en anexo)

1.6.7 Clasificación de la instalación eléctrica

- LOCALES MOJADOS:

Se consideran como locales mojados toda instalación a la intemperie, en este caso toda la instalación del campo generador. Cumplirán con las prescripciones indicadas en la ITC-BT-30, apartado 2 del R.E.B.T. Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección IP55.

- INSTALACIÓN GENERADORA DE BAJA TENSIÓN:

La central fotovoltaica es una instalación generadora interconectada a la red interior de la instalación de baja tensión del titular. Por lo tanto, deberá cumplir con todo lo establecido en la ITC-BT-40, apartado 4.3. “Instalaciones interconectadas”.

1.6.8 Elementos de protección, maniobra y medida

La instalación cumple con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto 1699/2011, artículo 14, sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión.

Se distinguen dos partes: aguas arriba del inversor, donde la corriente es continua y aguas abajo del inversor, donde la corriente es alterna.

En el tramo de corriente continua, a la entrada del inversor, se dispone de un fusible situado en el positivo para cada una de las bajadas de módulos fotovoltaicos, además de un seccionador, con la finalidad de garantizar la seguridad y facilitar el mantenimiento y reparación del sistema.

En el tramo de corriente alterna, a la salida del inversor, se conectará equilibradamente a la línea trifásica, que irá protegida por un conjunto compuesto por un magnetotérmico tripolar acompañado de un diferencial tetrapolar con sensibilidad 300 mA de tipo A, en función de los cables seleccionados. También dispondrá de protección contra sobretensiones.

Además, será necesario poner un interruptor con enclavamiento en el cuadro general de la nave con intensidad de cortocircuito similar a la existente en la acometida general del cuadro de la nave. Las protecciones de Red estarán agrupadas en una caja precintable junto con las protecciones generales de la instalación.

Las protecciones generales constarán de dos elementos: un interruptor automático diferencial de alta sensibilidad tipo A para prevenir accidentes causados por contactos directos y también para prevenir derivaciones; un interruptor automático magneto térmico contra sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos.

1.6.9 Otras protecciones

De acuerdo con el Real Decreto 1669/2011, las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia podrán integrarse en el equipo inversor, realizando éste la desconexión-conexión automática mediante un interruptor de interconexión interno, cumpliendo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Así el inversor desconecta si la red se sale de los siguientes valores umbral, en el tiempo indicado:

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión-fase 1	$U_n + 10\%$	1,5 s
Sobretensión-fase 2	$U_n + 15\%$	0,2 s
Tensión mínima	$U_n - 15\%$	1,5 s
Frecuencia máxima	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima	48 Hz	3 s

Figura nº10: Umbrales parámetros de conexión a red

El inversor que se instalará lleva incorporadas las siguientes protecciones:

- Polarización inversa.
- Tensión fuera de rango.

- Frecuencia fuera de rango.
 - Sobretensiones transitorias en la Entrada y en la Salida.
 - Cortocircuitos y sobrecargas en la Salida.
 - Seccionador de CC.
 - Fallos de Aislamiento en D.C. Protección Anti-Isla.
- Fallo en la red eléctrica: En caso de que se interrumpa el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para iniciar de nuevo su funcionamiento.
- Tensión fuera de rango: El inversor trabaja en los límites de la mínima y máxima tensión de red admisibles en las tres fases. Al salirse de estos límites ($U_{min} = 340 \text{ V}$ y $U_{max} = 440 \text{ V}$), el inversor se desconecta y sólo se vuelve a conectar una vez que el valor de tensión se sitúa nuevamente dentro del rango. La desconexión por fallo puede ser activada incluso por una superación muy breve de los límites.
- Frecuencia fuera de límites: Si la frecuencia de red está fuera de los límites de trabajo el inversor se detiene automáticamente, pues esto indicaría que la red es inestable o está en modo isla.
- Temperatura elevada: El inversor dispone de sistema de refrigeración por convección. Esta calculado para un rango de temperaturas similar al que puede haber en el interior de una vivienda. En el caso de que la temperatura ambiente sea extremadamente alta o se obstruya la refrigeración, el equipo seguirá funcionando al 100% de sus posibilidades hasta alcanzar los $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$, momento en el que cesará su actividad como medida de autoprotección. Una vez reducida la temperatura hasta los $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ volverá a funcionar normalmente.
- Tensión baja del generador fotovoltaico: En este caso, el inversor no puede funcionar. Es la situación en la que se encuentra durante la noche o si se desconecta el generador solar.

1.6.10 Canalizaciones y cableado

- Canalizaciones

Dentro de los diferentes sistemas existentes para la conducción de los conductores, destacaremos los tubos y las bandejas. En ambos casos podrán ser metálicos y aislantes

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua (IPX4). Este requisito lo deberán cumplir las canalizaciones prefabricadas.

Las cajas de empalme o derivación tendrán un grado de protección mínimo de IP44. Para garantizar este índice de protección se recomienda el uso de prensaestopas en la entrada de las cajas aplicado directamente sobre el cable.

Debido a la necesidad de asegurar para este tipo de locales tensiones de contacto muy bajas, las masas y elementos conductores se conectarán mediante conductores de protección o de equipotencialidad, a la instalación de puesta a tierra, garantizándose que la tensión de contacto no supere los 24V. La realización se hará según la ITC-BT-18.

Así mismo, los tubos y bandejas portacables metálicas deberán presentar una resistencia a la corrosión mínima de Clase 5 o equivalente, de acuerdo a la norma UNE-EN 61537. Los tubos y bandejas no metálicas son resistentes a la corrosión.

- Cables Eléctricos

La instalación eléctrica en corriente continua corresponde a la conexión entre los módulos que se realizará con terminales multicontactos y a los conductores que unen los strings con los inversores.

Estos conductores serán específicos para instalaciones fotovoltaicas, de cobre, unipolares, de tensión asignada de 1,8 kV con doble aislamiento reticulado libre de halógenos tipo H1Z2Z2-K y con recubrimiento del cable resistente tipo XLPE a la radiación ultravioleta, siendo totalmente apto para instalación en exteriores.

El cálculo de la sección de los conductores de corriente continua se realiza teniendo en cuenta que el valor máximo de caída de tensión no superará el 1,50% de la tensión en el punto de máxima potencia de la agrupación de conductores del string.

1.6.11 Puesta a tierra

De acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su instrucción ITC-BT-40: Instalaciones generadoras de Baja Tensión, apartado 8. "Los sistemas de puesta a tierra de las centrales de instalaciones generadoras deberán tener las condiciones técnicas adecuadas para que no se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública, ni a las instalaciones privadas, cualquiera que sea su funcionamiento respecto a ésta: aisladas, asistidas o interconectadas, donde la legislación vigente establezca que la instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico, se entenderá que las funciones que se persiguen utilizando un transformador de aislamiento de baja frecuencia son:

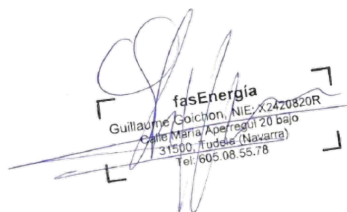
1. Aislar la instalación generadora para evitar la transferencia de defectos entre la red y la instalación.
2. Proporcionar seguridad personal.
3. Evitar la inyección de corriente continua en la red.

En instalaciones generadoras en las que la transmisión de energía a la red se haga mediante convertidores electrónicos podrán utilizarse transformadores de separación, o no hacerlo, siempre que se cumplan las funciones anteriores.

Por tratarse de una red interconectada: Instalación generadora con punto de conexión en la red de distribución de baja tensión en la que hay otros circuitos e instalaciones de baja tensión conectados a ella, independientemente de que la finalidad de la instalación sea tanto vender energía como alimentar cargas, en paralelo con la red. Se demuestra que se cumple con los tres apartados anteriores:

- Apartado 1. Se conectarán todas las masas metálicas (estructura soporte y módulos fotovoltaicos al borne de puesta a tierra del edificio de todas las masas metálicas de la instalación.
- Apartado 2. La instalación cumple con lo establecido en la ITC-BT-24 del REBT, con el fin de proporcionar seguridad personal. Utilizando dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Apartado 3. El fabricante del inversor justifica mediante ensayo que la corriente continua inyectada a red no supera el 0,5% de la corriente nominal, habiendo sido comprobado mediante ensayo por laboratorio externo, tal como indica la "Nota de interpretación de equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en Baja Tensión" del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, con resultado favorable.

Cintruenigo, febrero de 2024



fasEnergía
Guillaume Goichon, NIE: X2470820R
Calle María Apeztegui 20 Bajo
31500 Tudela (Navarra)
Tel: 605.08.55.78

Ingeniero Industrial

Fdo.- Guillaume Goichon

2 CÁLCULOS

2.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.1.1 Tensión nominal y caída de tensión admisible

La máxima tensión que se dará en la instalación fotovoltaica será de 704 V en C.C. y 400/230V en C.A.

La caída de tensión admisible en C.C, es de 1,5% y en los diferentes tramos de la instalación:

- entre módulos fotovoltaicos hasta caja conexión. 1 %
- desde caja conexión a inversor 0,5 %

La caída de tensión admisible en C.A. es de 1,5% entre el inversor y el punto de interconexión a la Red de distribución Pública o a la instalación interior (En acuerdo con ITC-BT 40, punto 5)

- desde inversor a Punto interconexión. 1,5 %

2.1.2 Cálculos de secciones

La instalación se realizará según el REBT y las normas particulares de la compañía, así como de las normativas específicas de instalaciones fotovoltaicas. Toda la instalación cumplirá la ITC-BT-30 que hace referencia a los locales mojados.

Los conductores de la planta se diseñan para minimizar el conjunto de pérdidas de caída de tensión que hacen aparecer pérdidas de rendimiento energético.

Existe un doble criterio para el diseño de cableado:

- Criterio de selección por caída máxima de tensión: 1.5%
- Criterio de selección por densidad máxima de corriente

Para líneas monofásicas:

$$S_{min} = \frac{2 * \rho * L * P}{U * \Delta U_{max}} \quad S_{min} = \frac{2 * L * P}{\sigma * U * \Delta U_{max}}$$

Para líneas trifásicas:

$$S_{min} = \frac{\rho * L * P}{U * \Delta U_{max}} \quad S_{min} = \frac{L * P}{\sigma * U * \Delta U_{max}}$$

Con:

Monofásico

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Trifásico

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

U=Tensión en la línea monofásica (230 voltios), en línea trifásica (400 voltios)

S=sección mínima a instalar

ρ = resistividad del conductor a la temperatura de servicio ($\Omega \cdot m/mm^2$)

σ = conductividad del conductor a la temperatura de servicio ($\Omega^{-1} \cdot m/mm^2$)

P=Potencia activa [W]

L= longitud de la línea [m]

ΔU máx = caída de tensión máxima admisible (V)

Material	Aislante termoestable (tipo XLPE)			
	ρ 20º	σ 20º	ρ 90º	σ 90º
Cobre	0.018	56	0.023	44
Aluminio	0.029	35	0.036	28

Figura nº11: Conductividad materiales en función de temperatura

2.1.3 Sobrecargas

El dispositivo de protección contra sobrecargas ha de garantizar el límite de intensidad de corriente admisible en un conductor.

Para la protección contra sobreintensidades se establecerán interruptores automáticos magnetotérmicos para CA y fusibles para CC, en el origen de todos los circuitos que han de proteger.

2.1.4 Cortocircuitos

La instalación dispone de las protecciones correctas contra las corrientes de cortocircuito que pudiera darse, teniendo en cuenta que cuanto más nos alejamos de los cuadros de protección tanto menor será la corriente de cortocircuito que pudiera presentarse.

2.1.5 Sobreteniones

Se empleará una protección para derivar sobretensiones transitorias inducidas de tipo II, 1000 VDC, según norma EN 50539-11 para cada entrada MPPT conectada al inversor fotovoltaico del lado de corriente continua.

2.1.6 Protección contra contactos indirectos

Serán conductores aislados y adoptando los medios adecuados para que las partes bajo tensión sean inaccesibles.

La protección contra contactos indirectos se realizará conectando a tierra todas las masas metálicas de la instalación e instalando, además, interruptores automáticos diferenciales

Se realizará un sistema unificado de tierra eléctrica, de prestaciones adecuadas, al cual se conectarán estructuras metálicas, masas y demás elementos (marcos de los módulos, cajas envolventes del inversor), sirviendo además para proteger las personas frente a posibles choques eléctricos con masas metálicas.

Por ello, se realizará una única toma de tierra conectando directamente a la barra principal de tierra de la instalación

La resistencia de tierra debe ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V en local o emplazamiento conductor. Siendo el valor máximo de esta resistencia de tierra teniendo instalado un diferencial de 300mA:

$$R = U / I_d = 24 / 0,03 = 800 \Omega$$

2.1.7 Resumen de cálculos eléctricos

En la tabla siguiente, se indica la protección de cada uno de los circuitos:

CIRC.	DATOS CIRCUITO					CONDUCTOR				CANALIZACIÓN	PROTECCIÓN DIFERENCIAL		PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA	
	Pc(W)	Corr	Ib	n	L(m)	Aisl	S(mm2)	Iz(A)	ΔV %	Tipo	In (A)	Is(mA)	In(A)	Icc(kA)
INV 1	125000	CA	180,43	4	90	XLPE	120	293	1,33%	Bandeja perforada	200	300	200	10
Serie S1	7.040	CC	10,56	2	55	XLPE	6	49	0,59%	Bandeja perforada			20	
Serie S2	7.040	CC	10,56	2	52	XLPE	6	49	0,56%	Bandeja perforada			20	
Serie S3	7.040	CC	10,56	2	49	XLPE	6	49	0,53%	Bandeja perforada			20	
Serie S4	7.040	CC	10,56	2	47	XLPE	6	49	0,51%	Bandeja perforada			20	
Serie S5	7.040	CC	10,56	2	46	XLPE	6	49	0,50%	Bandeja perforada			20	
Serie S6	7.040	CC	10,56	2	48	XLPE	6	49	0,52%	Bandeja perforada			20	
Serie S7	7.040	CC	10,56	2	51	XLPE	6	49	0,55%	Bandeja perforada			20	
Serie S8	7.040	CC	10,56	2	54	XLPE	6	49	0,58%	Bandeja perforada			20	
Serie S9	7.040	CC	10,56	2	57	XLPE	6	49	0,61%	Bandeja perforada			20	
Serie S10	7.040	CC	10,56	2	59	XLPE	6	49	0,63%	Bandeja perforada			20	
Serie S11	7.040	CC	10,56	2	61	XLPE	6	49	0,66%	Bandeja perforada			20	
Serie S12	7.040	CC	10,56	2	63	XLPE	6	49	0,68%	Bandeja perforada			20	
Serie S13	7.040	CC	10,56	2	65	XLPE	6	49	0,70%	Bandeja perforada			20	
Serie S14	7.040	CC	10,56	2	67	XLPE	6	49	0,72%	Bandeja perforada			20	

Serie S15	7.040	CC	10,56	2	69	XLPE	6	49	0,74%	Bandeja perforada			20	
Serie S16	7.040	CC	10,56	2	71	XLPE	6	49	0,76%	Bandeja perforada			20	
Serie S17	7.040	CC	10,56	2	73	XLPE	6	49	0,79%	Bandeja perforada			20	
Serie S18	7.040	CC	10,56	2	75	XLPE	6	49	0,81%	Bandeja perforada			20	

Figura nº12: Tabla resumen resultados cálculos parámetros eléctricos

Siendo:

$P_c(W)$: La potencia del circuito eléctrico

Corr: El tipo de corriente, Alterna (CA) o Continua (CC)

I_b : Corriente de diseño calculado

n : Número de conductores

$L(m)$: longitud simple del circuito

Aisl: El tipo de aislamiento de cableado

$S(mm^2)$: Sección comercial del conductor calculado

$I_z(A)$: Corriente máxima admisible por el conductor

$\Delta V \%$: Caída de tensión calculada

$I_n(A)$: Corriente nominal del dispositivo de protección

$I_s(A)$: Sensibilidad de disparo de la protección diferencial

$I_{cc}(kA)$: poder de corte de la protección magnetotérmica

Se acompaña en anexo el esquema eléctrico unifilar de la instalación.

2.2 CÁLCULOS ESTRUCTURA SOPORTE MÓDULOS SOLARES

2.2.1 Descripción de la estructura soporte.

La función principal de la estructura de soporte será la de servir de soporte y fijación de los módulos solares fotovoltaicos, aportándole la inclinación y orientación óptimas, anteriormente descritas, para dotar a la instalación de las condiciones óptimas donde alcanzar su punto de mayor eficiencia energética.

Pueden ser de dos formas, fijas y lastradas. A su vez pueden ser sobre suelo o sobre cubierta. En nuestro caso se trata de una estructura soporte sobre cubierta plana y lastrada con elementos de hormigón.

La normativa aplicable que afecta a la consideración de cargas sobre estructuras y sus criterios de cálculos son:

- Código Técnico de la edificación
- Eurocódigo
- Normas DIN 1.055

Las acciones consideradas que intervienen para el diseño y cálculo de la estructura modular de soporte de los paneles se pueden dividir en permanentes y variables.

2.2.2 Acciones permanentes. Peso propio

Se trata de todas aquellas acciones que actúan de forma continuada en el tiempo. Como acción principal constante en magnitud y punto de aplicación se puede identificar el peso propio de la estructura, considerando el peso de todos los elementos que configuran el sistema modular de anclaje.

Su valor se determinará en función de los volúmenes de las piezas y materiales empleados en cada una de las piezas, y resultará un factor variable en función de cada instalación.

Para la consideración de la sobrecarga a producir en la cubierta tendremos en cuenta el peso de los módulos a instalar y el peso de la estructura de hormigón soporte de los mismos.

El peso de los módulos es de 21 kg por cada uno de ellos, por lo que el peso total será de:

$$288 \text{ paneles} \times 21 \text{ kg} = 6.048 \text{ kg}$$

La estructura soporte está formada por bloques de hormigón junto a los respectivos elementos adicionales de anclaje y sujeción necesarios. Los bloques soporte tienen un peso de 65kg y se colocarán en la unión entre 2 paneles solares. Por lo tanto, cada fila de 16 módulos estará sostenido por 17 bloques o lastres de hormigón.

$$18 \text{ filas} \times 17 \text{ bloques lastres} \times 65 \text{ kg} = 19.890 \text{ kg}$$

De esta forma, el peso total será de:

$$P_T = P_P + P_S = 6.048 + 19.890 = 25.938 \text{ kg}$$

Teniendo en cuenta que la superficie de cubierta a utilizar es de 29 m. x 38 m. = 1.100 m², la carga de sobrepeso que tendremos será de:

$$Q_P = 25.938 \text{ kg} / 1.100 \text{ m}^2 = \mathbf{23,58 \text{ kg/m}^2}$$

Esta carga permanente añadida a la cubierta se queda muy inferior a su sobrecarga total admisible a efectos de Uso, Viento y Nieve de la cubierta de **153 kg/m²**, según el proyecto visado de la cubierta en Enero 2010.

Por otro lado, a continuación, se deberá evaluar las cargas adicionales que ejercen acciones variables, tal como los esfuerzos por viento y nieve que pueda influir sobre la cubierta.

2.2.3 Acciones variables

En cuanto a las acciones variables, el Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación determina que se deben considerar las siguientes acciones:

- **Viento.**

Según se establece previamente, la acción del viento más crítica que actúa sobre la estructura de anclaje de los paneles solares es la procedente del Norte que incide por la parte trasera del panel, ejerciendo una carga de presión sobre esta.

Tal y como se ha comentado, dicha carga es función directa del ángulo de inclinación de la placa. Cuanto mayor sea la inclinación, mayor superficie de exposición a la acción del viento.

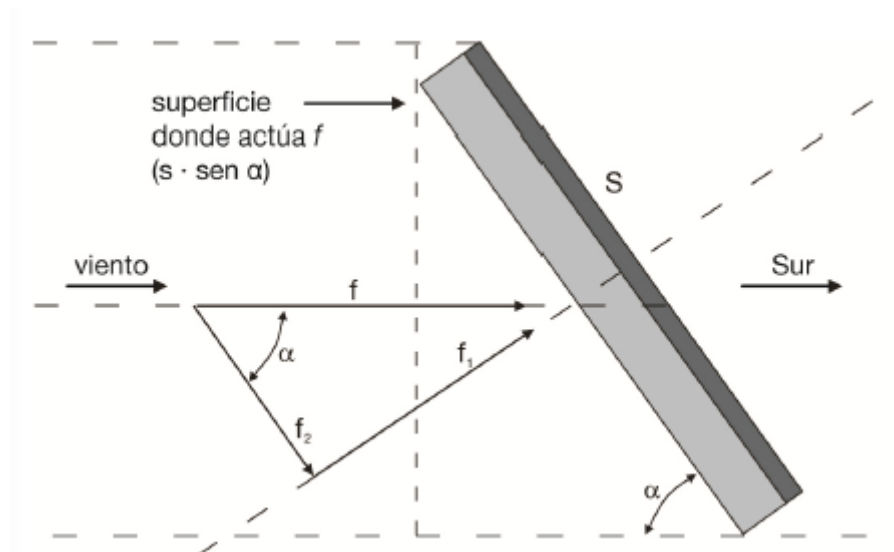


Figura nº13: Fuerzas originadas por acción del viento

Dicha carga perpendicular sobre el panel se puede descomponer de modo que una parte incide perpendicularmente sobre la superficie del módulo solar fotovoltaico y la otra desliza sobre dicha superficie tal y como se muestra a continuación.

Adicionalmente, para determinar el valor de la presión ejercida sobre la estructura soporte de los paneles solares es necesario considerar diferentes parámetros establecidos en CTE DB SE-AE, para caracterizar de la mejor manera dicha estructura.

Según establece el CTE DB SE-AE la acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática puede expresarse como:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p$$

Siendo:

- q_b la presión dinámica del viento
- C_e el coeficiente de exposición

- C_p el coeficiente eólico o de presión exterior.

El valor de la presión dinámica del viento puede expresarse con la expresión:

$$q_b = 0,5 \times g \times V_b^2$$

Siendo:

- g la densidad del aire: 1,25 kg/m²
- V_b el valor básico de la velocidad del viento en cada localidad.

El valor básico de la velocidad del viento corresponde al valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de un periodo de 10 minutos, formada en una zona plana y desprotegida frente al viento a una altura de 10 m sobre el suelo. El valor característico de la velocidad del viento mencionada queda definido como aquel valor cuya probabilidad anual de ser sobrepasado es de 0,02 (periodo de retorno de 50 años).

El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad, puede obtenerse del siguiente mapa del DB SE AE:

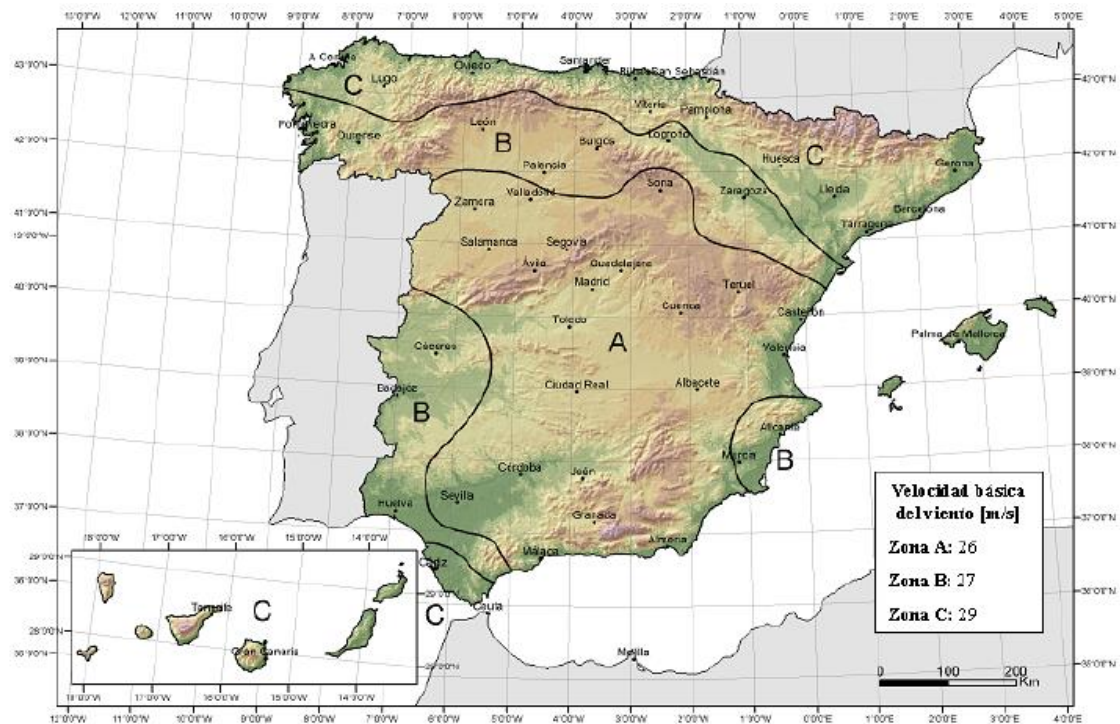


Figura nº14: Valor básico velocidad del viento, Vb (CTE DB SE-AE)

En nuestro caso adoptaremos el valor de 27 m/s para la Zona B.

Aplicando valores a la expresión anterior, el valor de la presión dinámica del viento será:

$$q_b = 0,5 \times 1,25 \times (27)^2 = 0,45 \text{ kN/m}^2 = 46 \text{ kg/m}^2$$

Por otra parte, aplicando los criterios de cálculo sobre los coeficientes de exposición y de presión indicados en el CTE DB SE AE, se obtiene una carga de presión estática debido al viento de:

$$Q_e = 78,26 \text{ kg/m}^2$$

Se acompaña en anexo la hoja de cálculo de carga de viento.

- **Nieve.**

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

La carga de nieve, según se recoge en el anejo E del CTE DB SE-AE, se puede determinar por la expresión:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Siendo:

- μ : Coeficiente de forma.
- S_k : Valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

Según se establece en el apartado 3.2.3 de la norma, el valor del coeficiente de forma para una cubierta con inclinación menor o igual que 30° en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, se establece un valor de 1.

Asimismo, el valor característico de la carga de nieve se obtiene en función de la zona climática en invierno y de las tablas Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal, como se puede observar a continuación:

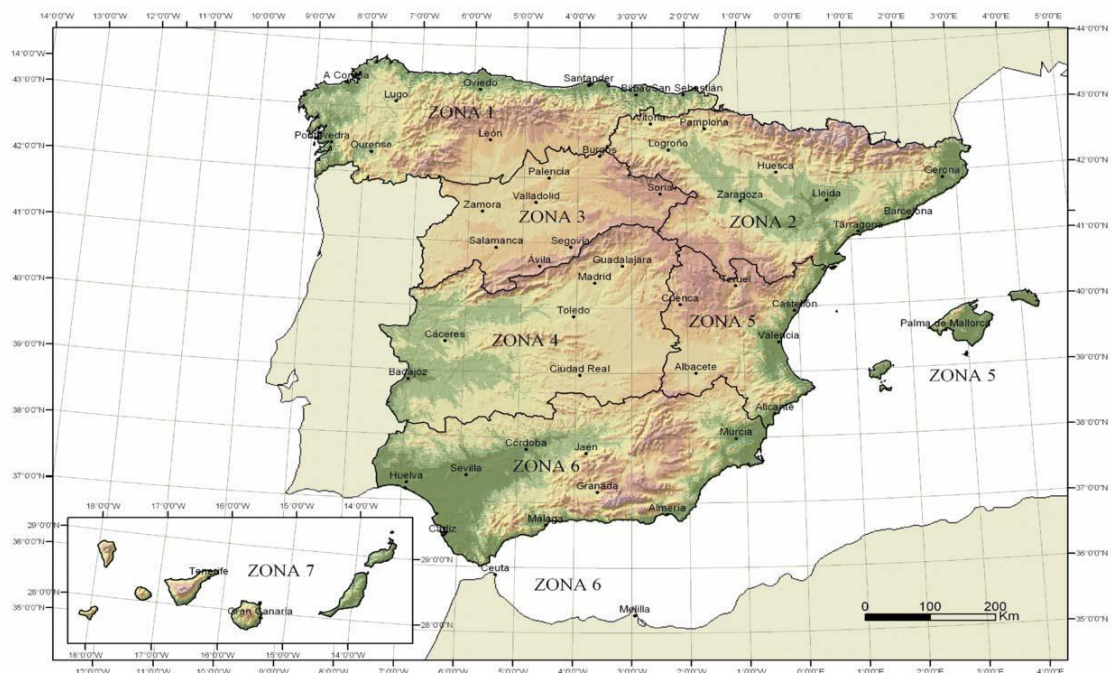


Figura nº15: Zonas climáticas de invierno (CTE DB SE-AE)

El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal, s_k , en las capitales de provincia y ciudades autónomas se puede tomar de la tabla siguiente:

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	690	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	520	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / Gasteiz	650	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,4
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Ceuta y Melilla		0,2

Figura nº16: Sobrecarga de nieve en capitales de provincia (CTE DB SE-AE)

En otras localidades el valor puede deducirse del Anejo E, en función de la zona y de la altitud topográfica del emplazamiento de la obra, según la tabla adjunta.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Figura nº17: Sobrecarga de nieve, otras ciudades (CTE DB SE-AE)

La Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) se sitúa a una altitud de unos 400 m en la zona climática B de invierno. Por lo tanto, se adopta una carga por la actuación de la nieve de un valor de:

$$Q_n = 0,6 \text{ kN/m}^2 = 61 \text{ kg/m}^2$$

2.3 CONSUMO, PRODUCCIÓN SOLAR Y BALANCE DE AUTOCONSUMO

2.3.1 Datos de consumo

El suministro de energía eléctrica de la ETAP se realiza desde la red de distribución eléctrica, mediante un centro de transformación de 400 kVA (13.200 -20.000 V / 230-400 V).

A continuación, se indica la información principal de la factura del suministro eléctrico con **CUPS ES 0021 0000 0658 2006 XR**.

DATOS DEL CLIENTE

CLIENTE:	MANCOMUNIDAD AGUAS DE CASCANTE, CINTRUENIGO Y FITERO
LOCALIZACIÓN:	CINTRUENIGO (NAVARRA)
TARIFA CONSUMO:	6,1TD
CUPS:	ES 0021 0000 0658 2006 XR
POTENCIA CONTRATADA [kW]:	75 /75 /75 /75 /75 /75
PRECIO ENERGIA CONTRATADA:	Comercializadora libre
P1/ P2 / P3/ P4/ P5 /P6 [€/kWh]:	0,168051 / 0,151838 /0,139609 / 0,122239 / 0,11738333 / 0,103285
PRECIO MEDIO ENERGIA [€/kWh]:	0,122556

Figura nº18: Datos factura suministro eléctrico

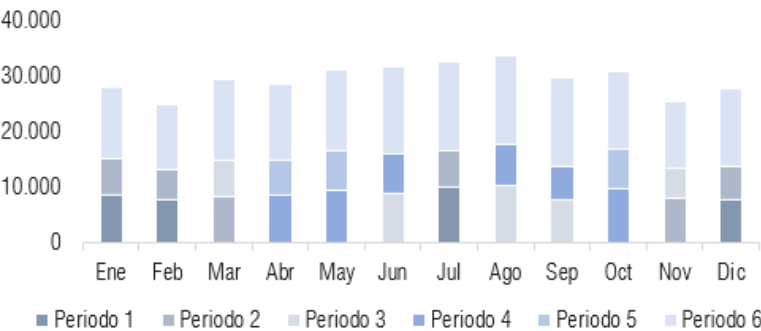
De los históricos de consumos energéticos de los 9 últimos años, se observa un consumo medio anual constante sobre los 350.000-360.000 kWh/año.

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Consumo anual (kWh)	320.041	336.709	401.539	353.278	386.062	365.029	356.540	350.614	354.298

Figura 19: Históricos consumos anuales ETAP

Para el estudio de ahorros energéticos y económicos, se utilizarán los consumos del último año 2023 como referencia.

CONSUMOS ACUMULADOS POR PERIODO [kWh] Y FACTURA ANUAL



FACTURA ANUAL [Euros]:
49.916 €

CONSUMO ANUAL [kWh]:
354.298

Figura. 20: Consumos mensuales – Año 2023

En 2023, la ETAP de la mancomunidad tuvo un consumo anual de 354,298 kWh y una factura de energía eléctrica equivalente de unos 50.000 euros/año. Los meses de más consumo se encuentran en los periodos de primavera y verano, coincidiendo con los meses de más radiación solar, idóneo para proyectar una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo eléctrico.

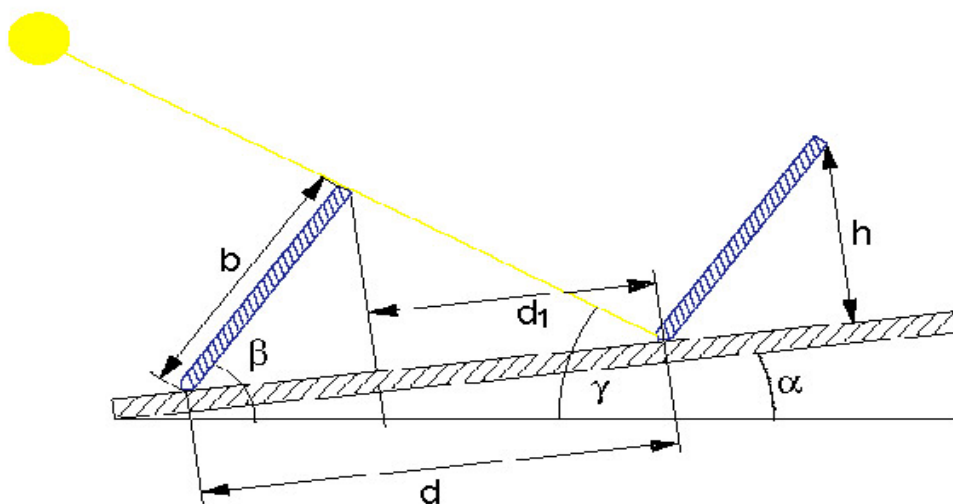
2.3.2 Datos geográficos

Para el cálculo de la producción anual de la instalación solar, y del balance energético de autoconsumo, se utiliza el programa reconocido en el sector fotovoltaico, PVGIS-5 de la Comisión Europea.

Los datos meteorológicos empleados para el cálculo de la generación de energía solar provienen de la base de datos satélite PVGIS-SARAH.

2.3.3 Distancia mínima entre filas de módulos solares

Para reducir las pérdidas por sombreadamiento entre filas de módulos solares, se define la distancia mínima requerida entre filas, para el día 21 de diciembre, cuando el sol tiene la elevación solar más baja del año.



Provincia **NAVARRA** CIUDAD
Latitud 42 ° CINTRUENIGO

Módulo b = $\frac{\text{Alto}}{1,134}$ m

Inclinación referencia del Tejado (α) = 0,00 °

Inclinación total β = 10,00 °

Altura mínima solar γ = 24,5 ° (21-dic)

Parámetros:

b = 1,134 m
h = 0,20 m
d1 = 0,43 m
d = 1,55 m

Distancia d = 1,55 m

Distancia d1 = 0,43 m

Figura nº21: Definición geométrica de la distancia mínima entre filas

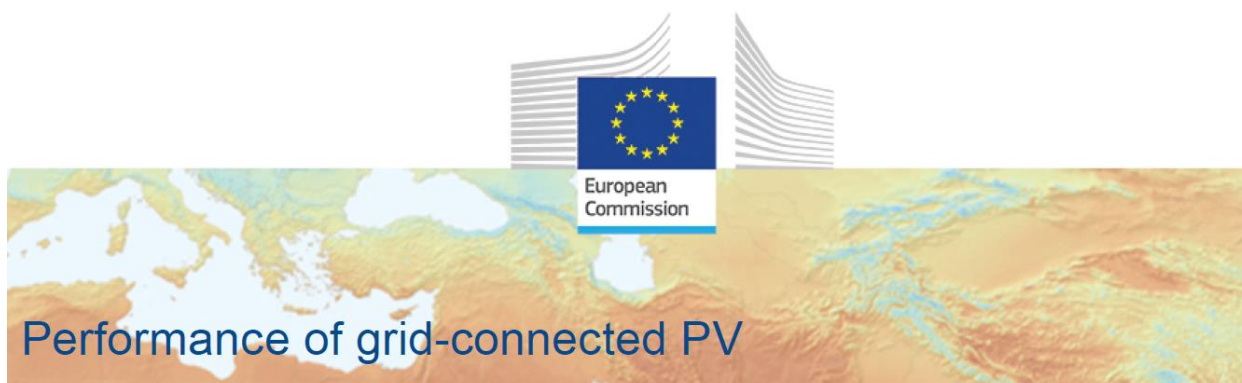
Se calcula una distancia mínima (d1) entre filas de paneles solares de 0,43 metros. Sin embargo, se añadirá una margen de seguridad con una distancia (d1) proyectada de 1 metro entre filas.

(Ver el plano de distribución de los módulos solares en anexos)

2.3.4 Producción solar

Para la estimación de la producción solar mensual, se realiza una simulación en acuerdo con los datos de diseño de la instalación solar y de los datos de radiación solar incidente sobre el campo solar con acimut + 36° e inclinación 10° y para la latitud y longitud del lugar.

Se acompaña en anexo el informe de simulación y producción PVGIS.



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

Provided inputs:

Latitude/Longitude: 42.039,-1.796
Horizon: Calculated
Database used: PVGIS-SARAH2
PV technology: Crystalline silicon
PV installed: 126.72 kWp
System loss: 12.105 %

Simulation outputs

Slope angle: 10 °
Azimuth angle: 36 °
Yearly PV energy production: 172865.3 kWh
Yearly in-plane irradiation: 1722.51 kWh/m²
Year-to-year variability: 5156.95 kWh
Changes in output due to:
Angle of incidence: -3.39 %
Spectral effects: 0.77 %
Temperature and low irradiance: -7.45 %
Total loss: -20.8 %

Outline of horizon at chosen location:

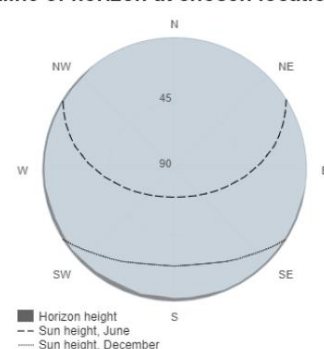


Figura nº22: Simulación PVGIS

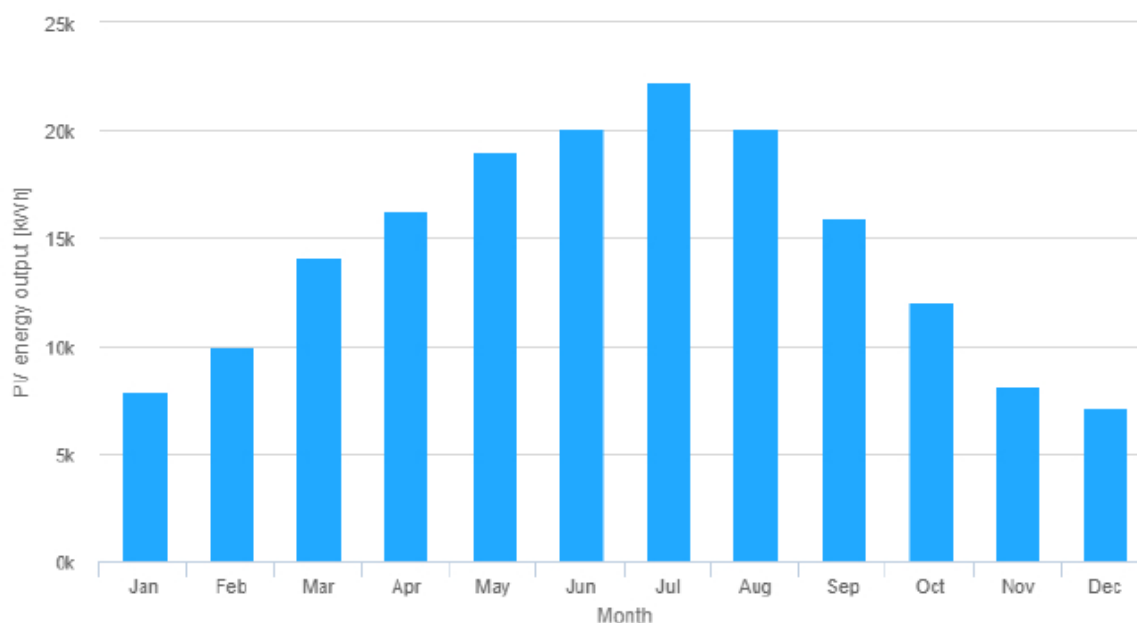


Figura nº23: Producción solar mensual (kWh)

La capacidad de producción anual de la instalación solar fotovoltaica es de: 172.866 kWh/año.

2.3.5 Balance energético de autoconsumo

Los resultados energéticos de la simulación del balance energético se presentan a continuación:

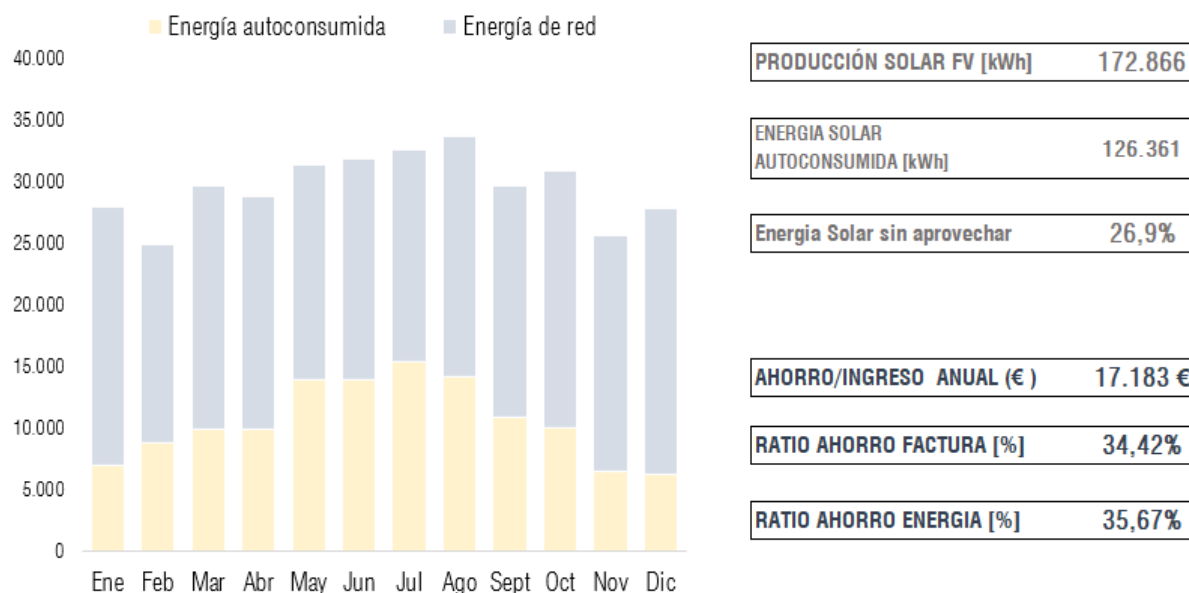


Figura nº24: Resultados balances energéticos mensuales

La capacidad de producción de la planta solar en cubierta, con potencia pico instalada conjunta de 126,72 kWp, es de unos 172.866 kWh/año.

Sobre esta generación solar, la cantidad de 126.361 kWh será auto-consumida directamente por la mancomunidad, consiguiendo una “fracción solar SF” o “Ratio de independencia energética” del 35,67 %.

Por otro lado, se calcula un ratio de energía solar sin aprovechar del orden del 26,9%, que no se podrá verter a la red eléctrica, en la modalidad de conexión “Sin Excedente”, mediante el uso de un sistema antivertido, conforme al Real Decreto 244/2019, del 5 de abril.

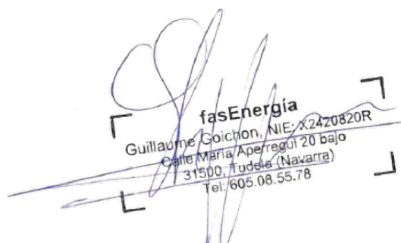
2.3.6 Balance Medio Ambiental

La generación solar fotovoltaica evita la quema de combustibles fósiles para producir electricidad. Esto implica disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera que tienen consecuencias medioambientales muy negativas. Una de las más perjudiciales es el efecto invernadero (provocado por las emisiones de CO2).

$$Emisiones CO_2 = 0,37 \text{ kg/kWh}$$

La instalación solar proyectada permitirá evitar anualmente en la atmosfera la emisión de una cantidad de 47 toneladas de CO₂.

Cintruenigo, febrero de 2024



fasEnergía
Guillaume Goichon, NIE: X2420820R
Calle Maria Aperiagui 20 bajo
31500, Tudela (Navarra)
Tel: 605.08.55.78

Ingeniero Industrial

Fdo.- Guillaume Goichon

3 PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA

Las instalaciones eléctricas de baja tensión serán ejecutadas por la empresa instaladora autorizada, contando para ello con instalador Autorizado en Baja Tensión, autorizado para el ejercicio de la actividad según lo establecido en la correspondiente Instrucción Técnica Complementaria del R.E.B.T., sin perjuicio de su posible proyecto y dirección de obra por técnicos titulados pertenecientes a dicha empresa instaladora.

3.2 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

3.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y PARTICULARES

3.3.1 Sistemas generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, éstas deberán ser aprobadas por el IDAE. Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo. Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o

manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

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

3.3.2 Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la NBE y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

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

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106.

En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

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

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos sobre la cubierta sin superar el límite de sombras indicado en el punto 4.1.2 del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

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

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá el CTE para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

3.3.3 Inversores

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

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

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

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

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

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además, soportará los picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medios incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5KW, y del 90% al 92% para inversores mayores de 5KW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0º y 40ºC de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

3.3.4 Conductores eléctricos

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Presupuesto.

El tipo de cable que se empleará será RV-K 0,6/1 kV, cuyas características técnicas son las que se muestran a continuación:

- Flama: No propagador de llama, UNE-20432.1 (IEC-332.1)
- Conductor de Cu: Clase 5
- Aislamiento: XLPE
- Cubierta: PVC
- Temperatura máxima de utilización: 90 °C
- Características constructivas: UNE-21 123 (P-2)

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98% al 100%. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: a una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorhídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

Para la selección de la sección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada generador fotovoltaico, partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación.

Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión para la parte de continua no podrá ser superior al 1.5% y para la parte de alterna no podrá ser superior al 1.5%.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

3.3.5 Conductores de protección

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima a la fijada en la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente.

3.3.6 Identificación de los conductores

Para la identificación de los conductores en la parte de corriente continua se marcarán de forma permanente el positivo de color Rojo y el negativo de color Azul, los colores de los recubrimientos serán Azul para el neutro, Marrón, Gris o Negro para las fases y Amarillo-Verde para los de protección.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

3.3.7 Canalizaciones

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos
- Tubo y accesorios no metálicos
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).
-

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086-2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086-2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086-2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086-2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas en ITCBT- 21.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas en ITC-BT-21.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las señaladas en ITC-BT-21.

Los tubos en canalizaciones enterradas presentarán las características señaladas en ITC-BT-21. El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

En general, para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrá en cuenta lo dictado en ITC-BT-21.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como “canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas”. En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales tendrán unas características mínimas señaladas en apartado 3 de ITC-BT-21.

En bandeja o soporte de bandejas, sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta, unipolares o multipolares según norma UNE 20.460-5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión.

La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc. tendrán la misma calidad que la bandeja.

La bandeja y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm. Y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

3.3.8 Cajas de empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión. Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Spit sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcciones sólidas y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

3.3.9 Aparatos de mano y maniobra

Las únicas maniobras posibles en las centrales solares fotovoltaicas son las de puesta en marcha y parada de los Inversores que forman el generador fotovoltaico.

Para gobierno y maniobra de cada uno de los inversores que se instalen, se dispondrán además de los correspondientes elementos de protección, elementos de seccionamiento en la parte de corriente continua y un interruptor de corte en la parte de corriente alterna que garanticen la ausencia de tensión en bornas de cada inversor.

3.3.10 Aparatos de protección

- Cuadros eléctricos:

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por

circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

- Interruptores automáticos:

En el punto de interconexión con el cuadro de la nave, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar.

En la salida de generación de corriente alterna de cada uno de los inversores instalados se colocarán dispositivos de protección contra sobreintensidades adecuados a las intensidades nominales que marca el fabricante del inversor.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

- Fusibles:

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad de ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente.

Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

- Interruptores diferenciales

1- La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas:

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes:

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen

funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IPXXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual:

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2- *La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación".*

Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

Ra es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

Ia es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial residual asignada.

U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

3.4 NORMAS DE EJECUCIÓN

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijada en el Reglamento Electrotécnico para B.T., así como las correspondientes Normas y disposiciones vigentes relativas a su fabricación y control industrial o en su defecto, las Normas UNE, especificadas para cada uno de ellos. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando sus características aparentes.

3.5 VERIFICACIONES Y PRUEBAS

Se efectuarán las pruebas específicas necesarias, así como los diferentes controles que a continuación se relacionan:

- Funcionamiento del interruptor diferencial
 - Puesta la instalación interior en tensión, accionar el botón de prueba estando el aparato en posición de cerrado.
 - Puesta la instalación interior en tensión, conectar en una base para toma de corriente el conductor de fase con el de protección a través de una lámpara aconsejable de 25 W. incandescente, deberá actuar el diferencial.
- Funcionamiento del pequeño interruptor automático
 - Abierto el pequeño interruptor automático, conectar, mediante un puente, los alvéolos de fase y neutro en la base de toma de corriente más alejada del Cuadro General de Distribución.
 - A continuación, se cierra el pequeño interruptor automático, realizando esta operación en los distintos circuitos y líneas derivadas, deberá actuar en cada uno de ellos el correspondiente PIA.

- Corriente de fuga
 - Cerrando el interruptor diferencial y con tensión en los circuitos, se conectarán los receptores uno por uno, durante un tiempo no inferior a 5 minutos, durante los que no deberá actuar el interruptor diferencial.
- Pruebas de puesta en marcha
 - Se realizarán las pruebas y verificaciones que marca el P.C.T. IDAE 2002 en diferentes momentos del día poniendo especial atención al cumplimiento de las protecciones de funcionamiento en Isla y el tiempo de rearme de las protecciones incluidas en los Inversores.

3.6 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

3.6.1 Mantenimiento

De acuerdo a lo exigido en el P.C.T. IDAE 2002, se realizarán como mínimo 2 revisiones anuales completas de todos los elementos que componen la Central Solar Fotovoltaica. El mantenimiento será realizado por una Empresa Instaladora que haya estado acreditada por IDAE para realizar y mantener Instalaciones Fotovoltaicas.

Independientemente de las anteriores labores de mantenimiento se realizarán los siguientes trabajos:

- CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN:

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos indirectos y directos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protege.

- INSTALACIÓN INTERIOR:

Cada cinco años se comprobará el aislamiento de la instalación interior, que entre cada conductor de tierra y entre cada dos conductores, no deberá ser inferior de 250.000 Ohmios.

- PUESTA A TIERRA:

Cada dos años y en la época en que el terreno esté más seco, se medirá la resistencia tierra y se comprobará que no sobrepase el valor prefijado, así mismo se comprobará, mediante inspección visual, el estado frente a la corrosión de la conexión de la barra de puesta a tierra, con la arqueta y la continuidad de la línea que las une.

En cada uno de los tres puntos se reparan los defectos encontrados, haciéndose las comprobaciones específicas por instalador autorizado por la Consejería de Industria.

3.6.2 Condiciones de seguridad

Durante la fase de realización de la instalación, así como durante el mantenimiento de la misma, los trabajos se efectuarán sin tensión en las líneas, verificándose esta circunstancia mediante un comprobador de tensión.

En el lugar de trabajo se encontrarán siempre un mínimo de dos operarios, utilizándose herramientas aisladas y guantes aislantes. Cuando sea preciso el uso de aparatos o herramientas eléctricas, éstas deberán de estar dotadas de aislamiento clase II (como mínimo).

Se cumplirán todas las disposiciones generales que le sean de aplicación de la legislación vigente.

3.7 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

3.7.1 Libro de órdenes

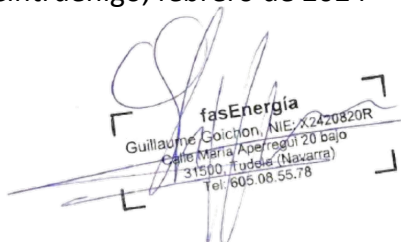
Durante la ejecución de la presente instalación, el técnico director de la instalación llevará un libro de órdenes debidamente registrado, donde anotará las órdenes y observaciones realizadas al instalador durante las preceptivas visitas de supervisión efectuadas a la instalación durante su ejecución.

Con lo expuesto y a la vista de los planos que se acompañan, considera el técnico que suscribe haber descrito las instalaciones de referencia.

3.7.2 Libro de mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

Cintruénigo, febrero de 2024



fasEnergía
Guillaume Goichon, NIE: X2420820R
Calle María Aperiégui 20 bajo
31500, Tudela (Navarra)
Tel: 605.08.55.78

Ingeniero Industrial

Fdo.- Guillaume Goichon

4 MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

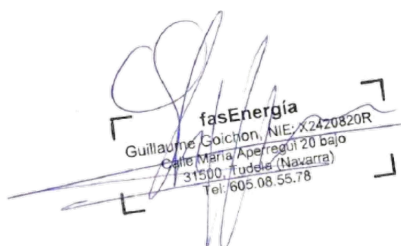
A continuación, se presenta el resumen del presupuesto de ejecución de la instalación solar fotovoltaica para autoconsumo eléctrico:

RESUMEN DE PRESUPUESTO	Importe(€)
CAPITULO 01- COMPONENTES FOTOVOLTAICOS	53.875,64 €
CAPITULO 02- ANTIVERTIDO, MONITORIZACION Y PANEL DIVULGATIVO	2.602,47 €
CAPITULO 03- INSTALACIÓN ELÉCTRICA	17.341,57 €
CAPITULO 04- SEGURIDAD Y SALUD	1.972,97 €
CAPITULO 05- LEGALIZACIÓN	2.072,04 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL:	77.864,69 €
21% I.V.A.....	16.351,58 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL:	94.216,27 €

Figura nº25: Resumen presupuesto de ejecución de la instalación

En anexo, se acompaña el presupuesto detallado por capítulo.

Cintruenigo, febrero de 2024


fasEnergía
Guillaume Goichon, NIE: X2420820R
Calle María Apeztegui 20 bajo
31500, Tudela (Navarra)
Tel: 605.08.55.78

Ingeniero Industrial

Fdo.- Guillaume Goichon

5 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.1 ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.760 €.
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud. El citado Decreto establece mecanismos específicos para la aplicación de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales la Directiva 92/57/92 y del RD 39/97 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Así mismo mediante el RD 1627/97 se procede a la transposición al Derecho español de la Directiva 95/57/CEE por la que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporal o móvil.

El Estudio Básico va dirigido a la eliminación de los riesgos laborales que pueden ser evitados y a la reducción y control de los que no pueden eliminarse totalmente con el fin de garantizar las mejores condiciones posibles de seguridad y salud para todo el personal que participe en la ejecución de las obras proyectadas.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas,

en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

5.2 DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Ley 31/ 1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

5.3.1 Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recogen en el documento de Memoria del presente proyecto.

5.3.2 Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

5.3.3 Suministro de agua potable

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc. En el caso de que esto no sea posible, se dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

5.3.4 Servicios higiénicos

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrega al medio ambiente.

5.3.5 Servicios y condicionantes

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

5.4 TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS A UTILIZAR

Quedan especificados en la memoria y pliegos de condiciones del Proyecto de Instalación Eléctrica en Baja Tensión al que se adjunta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud. Servicios afectados: No se afecta ningún servicio público

5.5 PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y MEDIOS

Se seleccionan procedimientos, equipos y medios proporcionados en función de las características particulares de la obra y de las tecnologías disponibles de modo que se obtenga la máxima seguridad posible para los trabajadores que participen en la misma.

De conformidad con el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se aplicarán los principios de acción preventiva y en particular las siguientes actividades:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Elección del emplazamiento de los puestos de trabajo teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.

- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesario para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad de y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas (no existen en la obra que nos ocupa).
- La recogida de materiales peligrosos utilizados (en la presente obra no existen)
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

5.6 PROTECCIONES Y FORMACIÓN

5.6.1 Protecciones individuales

- Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluso visitantes.
- Guantes de cuero
- Guantes de goma fina
- Guantes de soldador
- Guantes dieléctricos
- Botas impermeables al agua y a la humedad
- Botas de seguridad de lona (clase III)
- Botas de seguridad de cuero (clase III)
- Botas dieléctricas
- Monos o buzos
- Trajes de agua
- Gafas contra impactos y antipolvo
- Gafas para oxicorte
- Pantalla de seguridad para soldador
- Mascarillas antipolvo
- Filtros para mascarillas
- Protectores auditivos
- Mandiles de soldador
- Polainas de soldador
- Manguitos de soldador
- Cinturón antivibratorio

5.6.2 Protecciones colectivas

- Pórticos protectores de líneas eléctricas
- Vallas de limitación y protección

- Señales de tráfico
- Señales de seguridad
- Cintas de balizamiento
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Barandillas
- Redes
- Lonas
- Soportes y anclajes de redes y lonas
- Cables de sujeción de cinturón de seguridad
- Anclajes de cables
- Casetas de operadores de máquinas
- Limitadores de movimiento de grúas
- Anemómetros
- Balizamiento luminoso
- Extintores
- Interruptores diferenciales
- Tomas y red de tierra
- Transformadores de seguridad

5.6.3 Formación

Corresponde a los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos adoptar las medidas pertinentes para la adecuada formación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales.

5.7 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS

5.7.1 Riesgos laborales evitables completamente

La tabla siguiente contiene la relación de riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen.

RIESGOS EVITABLES		MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS	
	Trabajos con presencia de tensión (media y baja tensión)		Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables
	Derivados de la rotura de instalaciones existentes		Neutralización de las instalaciones existentes
	Trabajos en altura		Utilización de elevadores mecánicos. Utilización de arneses y líneas de vida.
OBSERVACIONES:			

Figura nº26: Riesgos laborales evitables

5.7.2 Riesgos laborales no eliminables completamente

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

TODA LA OBRA		
RIESGOS		
	Caídas de operarios al mismo nivel	
	Caídas de operarios a distinto nivel	
	Caídas de objetos sobre operarios	
	Caídas de objetos sobre terceros	
	Choques o golpes contra objetos	
	Trabajos en condiciones de humedad	
	Contactos eléctricos directos e indirectos	
	Cuerpos extraños en los ojos	
	Sobreesfuerzos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCION COLECTIVAS		4.1.1 Grado
	Orden y limpieza en los lugares de trabajos	Permanente
	Recubrimiento o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas B.T.	Permanente
	Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	Permanente
	No permanecer en el radio de acción de las máquinas	Permanente
	Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	Permanente
	Señalización de la obra (señales y carteles)	Permanente
	Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia	Alternativa al vallado
	Extintor de polvo seco, de eficacia 21A – 113B	Permanente
	Evacuación de escombros	Frecuente
	Escaleras auxiliares	Ocasional
	Información específica	Para riesgos concretos
	Cursos y charlas de formación	Frecuente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)		EMPLEO
	Cascos de seguridad	Permanente
	Calzado protector	Permanente
	Ropa de trabajo	Permanente
	Ropa impermeable o de protección	Con mal tiempo
	Gafas de seguridad	Frecuente
	Cinturones de protección del tronco	Ocasional
	Guantes para trabajos en tensión	Permanente
	Elementos aislantes (Banqueta aislante, pértigas, etc)	Frecuente
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION		GRADO DE EFICACIA
OBSERVACIONES:		

Figura nº27: Riesgos laborales no eliminables completamente

5.8 RIESGOS LABORALES ESPECIALES

Los trabajos necesarios para el desarrollo de las obras definidas en el Proyecto de referencia implican riesgos eléctricos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

- Graves caídas de altura
 - En proximidad de líneas eléctricas de alta y media tensión, se debe señalar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
 - Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.
- También se indican a continuación las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

5.9 MEDIDAS GENERALES PARA LA ELIMINACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS

Estabilidad y solidez. Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo serán sólidos y estables teniendo en cuenta el número de trabajadores que los ocupen, las cargas máximas y su distribución y los factores externos que pudieran afectarles. Si los elementos no aseguran su estabilidad propia deberán adoptarse fijaciones apropiadas y seguras con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario.

Caída de objetos. Se establece como obligatorio el uso del casco para todos los trabajadores y personal de la obra así como para toda aquella persona que visite la misma. Los materiales, equipos y herramientas deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su caída, desplome o vuelco.

Caídas de altura. Los andamios, pasarelas y plataformas en las que el riesgo de altura de caída sea superior a los 2,00 m irán equipados con barandillas resistentes de 90 con de altura equipadas con reborde de protección, pasamanos y protección intermedia. En los trabajos de montaje de estructura, cubiertas y otros se colocarán redes horizontales y se utilizarán, con carácter obligatorio, cinturones de seguridad con anclaje.

Factores atmosféricos: Al objeto de proteger a los trabajadores se suspenderán los trabajos cuando las inclemencias atmosféricas sean tales que puedan comprometer su seguridad y su salud.

Andamios. Tendrán las condiciones de estabilidad y solidez anteriormente señaladas. Así mismo quedarán protegidos y utilizados de modo que se evite que las personas caigan o estén expuestas a la caída de objetos. Los andamios móviles deberán asegurarse contra desplazamientos involuntarios. Todos los andamios serán inspeccionados por persona competente antes de su puesta en servicio, a intervalos regulares en lo sucesivo y después de cualquier modificación, período de utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

Escaleras de mano. Se estará a lo dispuesto en el RD 486/97 de 14 de abril.

Aparatos elevadores y accesorios de izado. Estarán a lo dispuesto en su normativa específica. No obstante deberán ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que están destinados, instalarse y utilizarse correctamente, mantenerse en buen estado de funcionamiento y ser anejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada. Deberá colocarse en los propios aparatos y de manera visible la indicación de la carga máxima que admiten. Los aparatos elevadores y sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que están destinados.

Vehículos y maquinaria para manipulación de materiales. Deberán ajustarse a su normativa específica si bien deberán estar diseñados y contruidos, en la medida de lo posible, en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal adecuadamente capacitado. Con el fin de evitar que caigan en las excavaciones o en el agua se dispondrán en el perímetro de éstas las correspondientes balizas, topes y señalizaciones. Los vehículos irán equipados con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco y contra la caída de objetos.

Instalaciones, máquinas y equipos. Estarán a lo dispuesto en su normativa específica si bien deberán estar diseñados y contruidos, en la medida de lo posible, en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal adecuadamente capacitado.

Instalaciones de distribución de energía. Deberán mantenerse y verificarse con regularidad. Las existentes antes del comienzo de la obra deben localizarse, verificarse y señalizarse claramente. No se llevarán a cabo trabajos dentro del radio de 5 metros de cualquier tendido eléctrico aéreo; en su caso deberá procederse a dejar el tendido sin tensión. Se colocarán avisos o barreras para mantener a las personas y vehículos alejados de los tendidos eléctricos. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo un tendido eléctrico que no pueda dejarse sin tensión se utilizará señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura de modo que se garantice en todo momento el alejamiento adecuado.

Instalación eléctrica. Se estará a los dispuestos en el Reglamento Electrotécnico e Instrucciones MIE BT complementarias. Se adoptarán las protecciones pertinentes contra contactos directos e indirectos mediante las correspondientes protecciones diferenciales y de tierras. Así mismo se adoptarán las protecciones contra riesgo de incendio y explosión. Los dispositivos de protección deben ser acordes a las condiciones de suministro, potencia instalada y competencia de las personas que han de tener acceso a la instalación.

Ataguías. No se prevén en la obra.

Vías y salidas de emergencia. Deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo podrán evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. Las vías de salida específicas de emergencia quedarán señalizadas conforme al RD 485/97; la señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente para asegurar su duración durante toda la duración de la obra. Las vías de salida de emergencia así como sus accesos y puertas no deben quedar obstruidas en ningún momento por objeto alguno de forma que deben poder utilizarse sin trabas en cualquier momento. En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías

y salidas de emergencia deberán quedar equipadas con alumbrado de emergencia autónomo.

Ventilación. Las condiciones particulares de la obra hace que no se requieran medidas concretas en relación con la ventilación; las disponibilidad de aire limpio en cantidad suficiente para los trabajadores queda asegurada en cualquier caso sin necesidad de adoptar ninguna medida específica.

Ruido. No se requieren medidas de protección colectiva dadas las condiciones particulares de la obra. Se facilitarán cascos de protección acústica para los trabajos de utilización de compresores neumáticos.

Polvo, gases y vapores. No se requieren medidas de protección colectiva dadas las condiciones particulares de la obra. Para casos específicos se facilitarán a los trabajadores mascarillas para protección contra polvo; no se prevé que en la obra se produzcan riesgos de inhalación de gases ni vapores ni presencia en atmósferas peligrosos.

Iluminación. Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra tendrán, en la medida de los posible, de suficiente luz natural y tener iluminación artificial adecuada y suficiente; se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color de la luz artificial no alterará no influirá en la percepción de las señales o paneles de señalización. Los puntos de luz estarán colocados de forma que no suponga riesgo alguno para los trabajadores. Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

Temperatura. Será la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias los permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y de las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

Puertas y portones. Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que impida salirse de los raíles y caerse. Las que se abran hacia arriba deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse. Las situadas en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizadas de modo adecuado. En las inmediaciones de los portones destinados a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento. Las puertas mecánicas deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores; deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abre automáticamente.

Vías de circulación y zonas peligrosas. No se prevé que en la obra existan zonas de acceso limitado. Las vías de circulación destinadas a vehículos se situarán a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

Muelles y rampas de carga. Adecuadas a las cargas transportadas. Los muelles deben tener al menos una salida y las rampas deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

Espacio de trabajo. Las dimensiones del puesto de trabajo permitirán que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

Primeros auxilios. Las condiciones de la obra hacen que no sea exigible la existencia de local específico de primeros auxilios. No obstante se adoptarán las medidas pertinentes para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Así mismo se dispondrá en la propia obra de un botiquín adecuadamente dotado con los productos al uso (algodón, gasas, agua oxigenada, alcohol, yodo, mercurio-cromo, "tiritas", etc.). Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

Servicios higiénicos. Los trabajadores deberán disponer en la propia obra de vestuarios, lavabos y retretes; los vestuarios contarán con taquillas y bancos. Serán utilizados por separado por hombres y mujeres.

Locales de descanso. Los trabajadores deberán poder disponer en la propia obra de un local con al menos una mesa y asientos con respaldo con capacidad para acoger a todos los trabajadores que simultáneamente estén presentes en el trabajo.

Locales de alojamiento. No se requieren.

Mujeres embarazadas y madres lactantes. Deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

Trabajadores minusválidos. Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos.

Acceso a la obra y perímetro de la misma. Estarán señalizados claramente visibles e identificables.

Agua potable y bebida. Los trabajadores deberán disponer en la obra de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo. Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población

Comidas. Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

5.10 PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores. En el Proyecto se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)

- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza.
- Ganchos de ménsula (pescantes)
- Pasarelas de limpieza.

5.11 CONDICIONES GENERALES

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra será el ingeniero director de obra que al efecto designe el promotor. Sus responsabilidades serán las que establece el artículo 8 del RD 1627/97.

Las obligaciones de los contratistas y subcontratistas son las que señala el artículo 11 del RD 1627/97 siendo las de los trabajadores autónomos las indicadas en el artículo 12.

Se llevará el libro de incidencias conforme al artículo 13 del RD 1627/97. La información a los trabajadores se llevará a cabo conforme al artículo 15.

Se llevará a cabo el aviso previo por parte del promotor a la autoridad laboral competente antes del inicio de los trabajos conforme a lo señalado en el artículo 18 del RD 1627/97 y con el contenido indicado en el anexo III de dicha norma.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

5.12 CONDICIONES DE SEGURIDAD A LLEVAR A CABO EN LOS TRABAJOS CORRESPONDIENTES A LAS OBRAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Se deberán respetar en todo momento, las condiciones establecidas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud del proyecto de Instalación Eléctrica en Baja Tensión, donde se numeran las disposiciones mínimas exigidas.

Para los trabajos eléctricos, se consideran los siguientes riesgos mas frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Contactos con elementos candentes y quemaduras.

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por la Compañía Eléctrica no obstante, se tomarán las medidas preventivas y se utilizarán las protecciones colectivas e individuales necesarias.

Como medidas previas a la realización de trabajos, se suprimirán los reenganches automáticos si existen, y se prohibirá la puesta en servicio de la instalación en caso de desconexión, sin previa conformidad del responsable de los trabajos. Se establecerá una comunicación con el lugar de trabajo que permita cualquier maniobra de urgencia que fuera necesaria.

Deberá existir en todo momento, coordinación con la empresa suministradora, de forma que estén bien definidas las maniobras a realizar. En caso de realizar trabajos en los que sea necesario que la Compañía Distribuidora deje sin tensión la instalación, ésta deberá informar por escrito a las partes implicadas en el trabajo, que se han realizado las operaciones necesarias y que la instalación está sin tensión, indicando exactamente lugar y hora de la desconexión.

En todos los trabajos eléctricos en media tensión, se deberá seguir estrictamente el siguiente procedimiento (5 Reglas de Oro):

1. SECCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE LA ZONA DE TRABAJO.

Cortar todas las posibles alimentaciones de alta y baja tensión de los elementos en los que haya de intervenir, utilizando al menos, casco, banqueta aislante, guantes aislantes y gafas protectoras. Desenergizar el tramo mediante:

- apertura de los aparatos de maniobra (interruptores automáticos, reenganches automáticos...)
- apertura VISIBLE de el/los seccionador/es correspondiente/s

2. ENCLAVAMIENTO O BLOQUEO (si es posible) DE LOS APARATOS DE CORTE Y SEÑALIZACIÓN EN LOS MANDOS DE LOS APARATOS DE CORTE CON UN CARTEL QUE INDIQUE LA PROHIBICIÓN DE LA MANIOBRA.

3. VERIFICACIÓN DE LA AUSENCIA DE TENSIÓN EN LA RED.

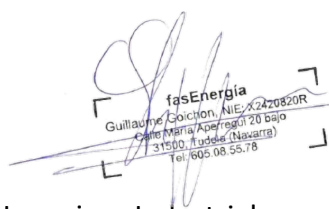
Mediante un detector de tensión adecuado para la red en la cual se está trabajando, se verificará que las tres fases están sin tensión, así como, en caso de existir, entre conductor neutro y tierra.

4. COLOCAR LAS PUESTAS A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO, AISLANDO LA ZONA DE TRABAJO.

5. SEÑALIZAR LA ZONA DE TRABAJO.

Si no se cumpliera alguna de las condiciones anteriores, los trabajos deberán ser interrumpidos inmediatamente, y no serán restablecidos hasta el cumplimiento estricto de todos los procedimientos.

Cintruenigo, febrero de 2024



fasEnergía
Guillaume Goichon, NIE/X-2470820R
Calle María Aperiogari 20 bajo
31500, Tudela (Navarra)
Tel: 605 08 55 78

Ingeniero Industrial

Fdo.- Guillaume Goichon

6 ANEXOS

- 6.1 FICHAS TÉCNICAS Y CERTIFICADOS COMPONENTES
- 6.2 INFORME CALCULO CARGA DE VIENTO
- 6.3 INFORMES DE PRODUCCIÓN PVGIS
- 6.4 PLANO DE REFERENCIA CATASTRAL
- 6.5 PLANO DE SITUACIÓN
- 6.6 PLANO DE PUNTO DE INTERCONEXIÓN CON RED
- 6.7 PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS
- 6.8 ESQUEMA UNIFILAR
- 6.9 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN
- 6.10 PRESUPUESTO DETALLADO

450 W

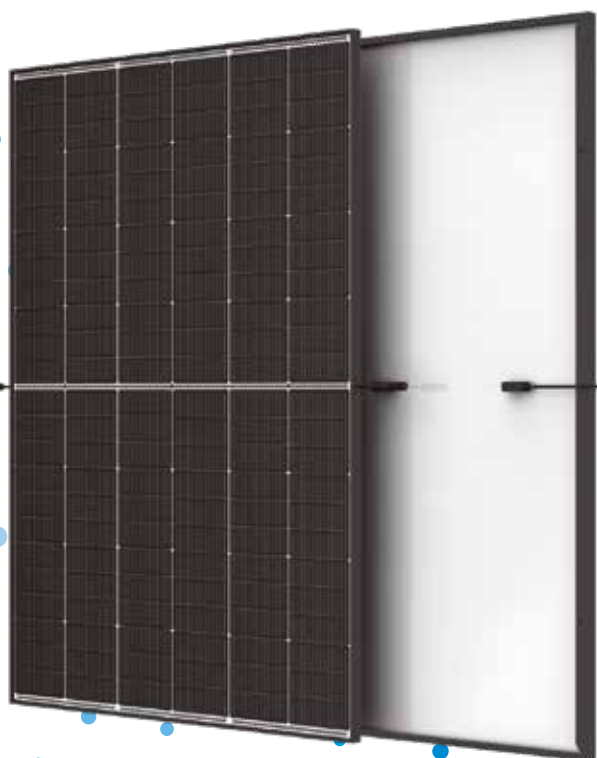
POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA

0/+5 W

TOLERANCIA POSITIVA

22,5 %

EFICIENCIA MÁXIMA



Pequeño en tamaño, grande en potencia

- Genera hasta 450 W, 22,5 % de eficiencia del módulo con tecnología de interconexión de alta densidad
- Tecnología multi-busbar para una mejor absorción de la luz, menores resistencias en serie, captura de corriente mejorada y mayor fiabilidad
- Reduce el coste de la instalación con una mayor potencia y rendimiento



Diseño de doble vidrio, gran fiabilidad

- Excelente resistencia al fuego y a las condiciones ambientales adversas
- Cargas mecánicas de testeo probadas hasta +5400 Pa y -4000 Pa



Maximiza la captación de energía

- Hasta 25 años de garantía de producto y 30 años de garantía de potencia
- 1 % de degradación en el primer año y 0,4 % de degradación anual gracias a la tecnología de tipo N



Solución universal para cubiertas residenciales, comerciales e industriales

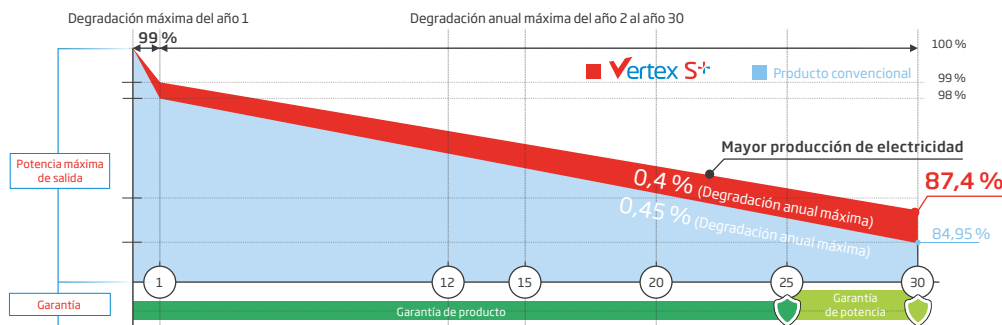
- Diseñado para asegurar una gran compatibilidad con inversores, optimizadores y sistemas de montaje convencionales
- Tamaño perfecto y bajo peso para un fácil manejo. Costes de transporte optimizados
- Soluciones de instalación flexibles para el montaje del sistema

Garantía ampliada del Vertex S+

1 %
Degradación máxima del año 1

0,4 %
Degradación anual máxima del año 2 al 30

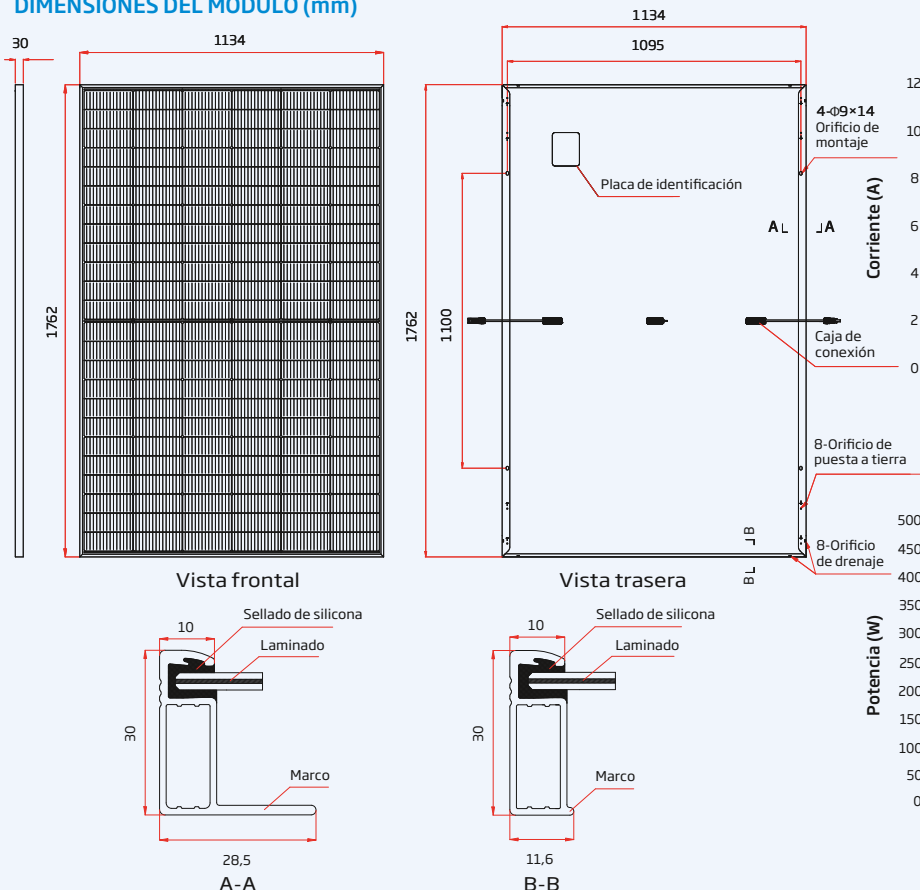
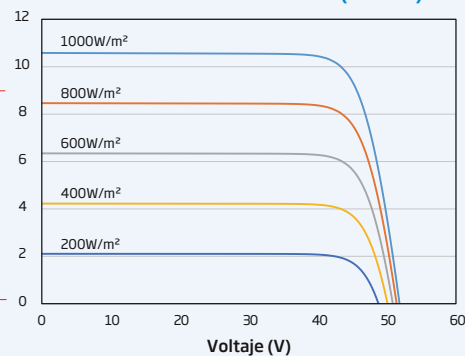
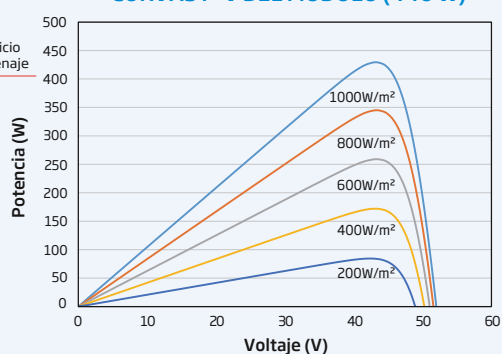
25 Años
Garantía de producto



Certificados de productos y sistemas



IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
 ISO 9001: Sistema de Gestión de la Calidad
 ISO 14001: Sistema de Gestión Ambiental
 ISO14064: Verificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
 ISO45001: Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

DIMENSIONES DEL MÓDULO (mm)

CURVAS I-V DEL MÓDULO (440 W)

CURVAS P-V DEL MÓDULO (440 W)

DATOS ELÉCTRICOS (STC)

	TSM-425 NEG9R.28	TSM-430 NEG9R.28	TSM-435 NEG9R.28	TSM-440 NEG9R.28	TSM-445 NEG9R.28	TSM-450 NEG9R.28
Potencia Máxima- P_{MAX} (Wp)*	425	430	435	440	445	450
Tolerancia de Potencia Nominal- P_{MAX} (W)	0/+5					
Tensión en Máxima Potencia- V_{MPP} (V)	42,9	43,2	43,6	44,0	44,3	44,6
Corriente en Máxima Potencia- I_{MPP} (A)	9,92	9,96	9,99	10,01	10,05	10,09
Tensión de Circuito Abierto- V_{OC} (V)	50,9	51,4	51,8	52,2	52,6	52,9
Corriente de Cortocircuito- I_{SC} (A)	10,56	10,59	10,64	10,67	10,71	10,74
Eficiencia η_m (%)	21,3	21,5	21,8	22,0	22,3	22,5

STC: Irradiancia de 1000 W/m², Temperatura de la célula de 25 °C, AM 1.5. *Tolerancia de medida de: ±3 %.

DATOS ELÉCTRICOS (NOCT)

	TSM-425 NEG9R.28	TSM-430 NEG9R.28	TSM-435 NEG9R.28	TSM-440 NEG9R.28	TSM-445 NEG9R.28	TSM-450 NEG9R.28
Potencia Máxima- P_{MAX} (Wp)	324	328	332	335	339	343
Tensión en Máxima Potencia- V_{MPP} (V)	40,0	40,4	40,7	41,0	41,3	41,6
Corriente en Máxima Potencia- I_{MPP} (A)	8,09	8,11	8,15	8,17	8,20	8,24
Tensión de Circuito Abierto- V_{OC} (V)	48,2	48,7	49,1	49,4	49,8	50,1
Corriente de Cortocircuito- I_{SC} (A)	8,51	8,53	8,57	8,60	8,63	8,65

NOCT: Irradiancia de 800 W/m², Temperatura ambiente de 20 °C, Velocidad del viento de 1 m/s.

DATOS MECÁNICOS

Células Solares	Monocristalinas
Número de células	144 células
Dimensiones del módulo	1762x1134x30 mm
Peso	21,0 kg
Vidrio frontal	1,6 mm, Alta transmisión, vidrio termoendurecido con recubrimiento AR
Material Encapsulante	POE/EVA
Vidrio trasero	1,6 mm, vidrio termoendurecido con recubrimiento AR
Marco	30 mm Aleación de aluminio anodizado, Negro
J-Box	IP 68
Cables	Cable fotovoltaico: 4,0 mm² Instalación en vertical: 1100/1100 mm Instalación en horizontal: 280/350 mm*
Conector	TS4 / MC4 EVO2*

*Bajo pedido

TASAS DE TEMPERATURA

NOCT (Temperatura de Operación Nominal de la Célula)	43 °C (±2 K)
Coefficiente de Temperatura de P_{MAX}	-0,30 %/K
Coefficiente de Temperatura de V_{OC}	-0,24 %/K
Coefficiente de Temperatura de I_{SC}	0,04 %/K

LÍMITES OPERACIONALES

Temperatura de Operación	-40 a +85 °C
Tensión Máxima del Sistema	1500 V DC (IEC)
Capacidad Máxima del Fusible	20 A

GARANTÍA

25 años de garantía del Producto
30 años de garantía de Potencia
1 % de degradación el primer año
0,4 % de degradación anual de potencia

(Consulte la garantía de producto para más información)

CONFIGURACIÓN DE EMBALAJE

Módulos por caja:	36 unidades
Módulos por contenedor 40':	936 unidades

SG125CX-P2

Multi-MPPT String Inverter for 1000 Vdc System



HIGH YIELD

- 12 MPPTs with max. efficiency 98.5%
- DC 15A current input, compatible with over 500W+ PV module
- Dynamic shading optimization mode



SMART O&M

- Key component diagnosis and protection
- Smart IV Curve Diagnosis
- Grid fault record function, easy for remote O&M



LOWER INVESTMENT

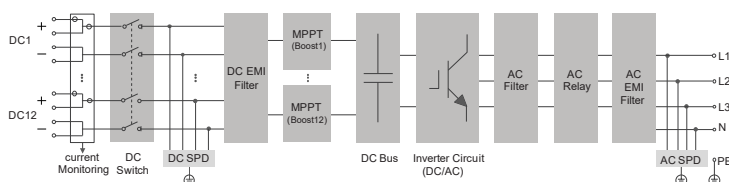
- Compatible max. 240mm² Al AC cables
- Drawer-style cable sealing plate support AC cable pre-assembly



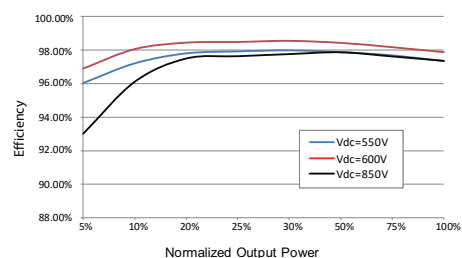
PROVEN SAFETY

- IP66 protection and C5 Anti-corrosion
- DC Type I+II SPD, AC Type II SPD
- Support AFCI 2.0 function

CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE



Type designation	SG125CX-P2
Input (DC)	
Recommended max. PV input power	175 kW
Max. PV input voltage	1100 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	180 V / 200 V
Rated PV input voltage	600 V
MPP voltage range	180 – 1000 V
No. of independent MPP inputs	12
No. of PV strings per MPPT	2
Max. PV input current	360 A (30 A *12)
Max. DC short-circuit current	480 A (40 A *12)
Max. current for DC connector	20A
Output (AC)	
Max. AC Output power	125 kVA
Rated AC output apparent power	125 kVA
Max. AC output current	181.1 A
Rated AC output current(at 230V)	181.1 A
Rated AC voltage	3 / N / PE, 230 / 400 V
AC voltage range	320 – 480V
Rated grid frequency	50 Hz / 60 Hz
Grid frequency range	45 – 55 Hz / 55 – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at rated power)
Power factor at rated power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3-N-PE
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	98.5% / 98.3%
Protection	
Grid monitoring	Yes
DC reverse polarity protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Surge protection	DC Type I + II / AC Type II
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
PV string monitoring	Yes
Q at night function	Yes
Arc fault circuit interrupter (AFCI)	Yes
PID recovery function	Yes
General Data	
Dimensions (W*H*D)	1020*795*360mm
Mounting Method	Wall-mounting bracket
Weight	87 kg
Topology	Transformerless
Degree of protection	IP66
Corrosion	C5
Night power consumption	< 5 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / Optional: WLAN, Ethernet
DC connection type	Evo2 (Max. 6 mm ²)
AC connection type	OT / DT terminal (Max. 240 mm ²)
Grid Compliance	IEC 62109-1, EN/IEC 61000-6-1/2/3/4, IEC 61727, IEC 62116, EN 50549-1/2, UTE C15-712-1, VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105:2018, VFR 2019, NC RfG, G99, UNE 217002, NTS, CEI 0-21 2019, CEI0-16 2019, NRS-097-2-1
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control



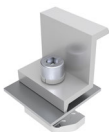
ennova
tu propia energía

ENNOVABLOC 10ºR



FICHA TÉCNICA

ENNOVABLOC 10ºR

PIEZA	NOMBRE	MATERIAL	PESO
	EnnovaBloc 10ºR	Hormigón	65 kg
	Carril Regulable R	Acero Galvanizado	0,366 kg
	Unión Terminal R	Aluminio AW-6005	0,102 kg
	Unión Intermedia R	Aluminio AW-6005	0,067 kg
	Unión Terminal	Aluminio AW-6005	0,038 kg
	Unión Intermedia	Aluminio AW-6005	0,039 kg
	Espuma Protectora 1200 x 150 x 3	Espuma de Polietileno Rugosa	0,028 kg



Importante:

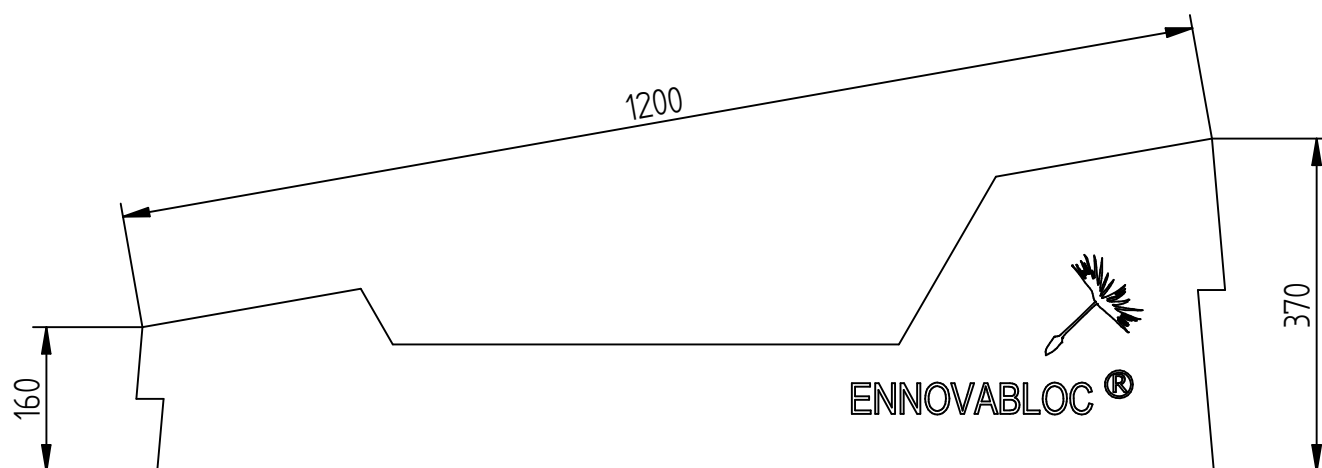
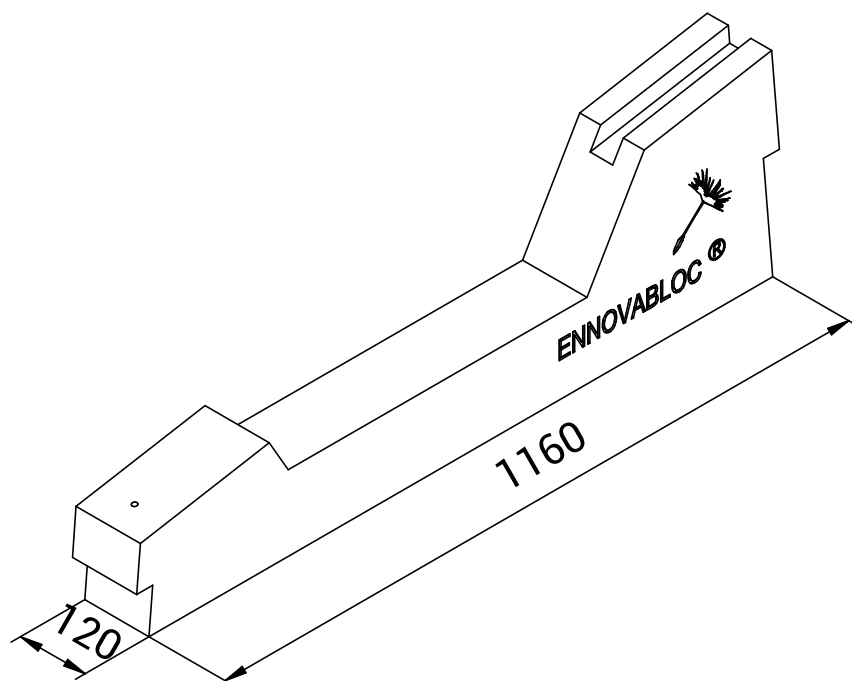
Siga siempre las instrucciones de montaje de Ennova.
www.ennovarenovables.com



ennova
tu propia energía

ENNOVABLOC 10ºR

COTAS (Cotas en mm)



Importante:

Siga siempre las instrucciones de montaje de Ennova.
www.ennovarenovables.com



SMART AND FLEXIBLE

- Support of RS485, Ethernet and WiFi communication
- Support of energy meter, meteo station, sensors and other equipment



CONVENIENT O&M

- Inverter batch parameter settings and firmware updates
- PV-Plant maintenance via remote Web access for optimized OPEX
- Active and reactive power control
- Local monitoring



EASY OPERATION

- Night light for maintenance
- Robust enclosure, easy to install

Type designation	
Communication	
Max. number of devices	30
RS485 interface	3
Ethernet	1 * RJ45, 10 / 100 / 1000 Mbps
Digital input	5, Max. 24 VDC
Analog input	4, support 4 ~ 20 mA or 0~10 VDC
Wireless Communication	
WiFi communication	802.11 b / g / n / ac HT20 / 40 / 80 MHz 2.4GHz / 5GHz
Power Supply	
AC input	100 VAC ~ 300 VAC, 50 / 60 Hz
Power consumption	Typ. 20 W, Max. 30 W
Night light for maintenance	<1 W
Ambient Conditions	
Operating Temperature	30 °C ~ 60 °C
Storage Temperature	-40 °C ~ 80 °C
Relative air humidity	≤95 % (non-condensing)
Elevation	≤4000 m
Protection class	IP66

COM100E

Mechanical parameters	
Dimensions (W * H * D)	460 mm * 315 mm * 126 mm
Weight	6 kg
Mounting type	Wall mounted, outdoor and indoor
Box material	PC
Cable specification	AC cable: outdoor UV protection cable of 1~1.5 mm ² , outside diameter 13~18mm RS485 cable: outdoor UV protection shielded twisted pair (STP) of 0.75~1.5 mm, outside diameter 6~18mm Ethernet: CAT5 cable, outdoor UV protection shielded, outside diameter 6~18mm AI, DI: outdoor UV protection cable of 1~1.5 mm ² , outside diameter 4.5~6mm
Ordering information	
COM100E	The COM100E includes Logger1000B, AC adapter, SPD, Air switch, Night light Support of WiFi wireless communication Apply to Global



ENERGY METER 610-230**Weidmüller Interface GmbH & Co. KG**

Klingenbergstraße 26

D-32758 Detmold

Germany

Fon: +49 5231 14-0

Fax: +49 5231 14-292083

www.weidmueller.com

Imagen de producto**Energy Meters**

A muchas empresas les gustaría ahorrar energía desde el principio, utilizar la energía de un modo más eficiente y maximizar la disponibilidad de las redes energéticas. Esto no solo demuestra responsabilidad, sino que también es recomendable por motivos económicos.

Los Energy Meters de Weidmüller pueden hacer mucho más que simplemente calcular el consumo de energía eléctrica. Por ejemplo, también es posible determinar los parámetros básicos de la calidad energética o analizar las corrientes de todos los conductores de forma individual o diferencial, por ejemplo, con nuestro Energy Meter.

Esto permite echar rápidamente un vistazo al estado de la energía eléctrica de las instalaciones de producción. Esto se aplica tanto al uso eficiente como a la calidad, la estabilidad y la disponibilidad.

Datos generales para pedido

Tipo	ENERGY METER 610-230
Código	2540850000
Versión	Tensión de alimentación : 230 V
GTIN (EAN)	4050118552973
Cantidad	1 Pieza

ENERGY METER 610-230

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG

Klingenbergstraße 26

D-32758 Detmold

Germany

Fon: +49 5231 14-0

Fax: +49 5231 14-292083

www.weidmueller.com

Datos técnicos

Dimensiones y pesos

Anchura	96 mm	Anchura (pulgadas)	3,78 inch
Altura	96 mm	Altura (pulgadas)	3,78 inch
Profundidad	65 mm	Profundidad (pulgadas)	2,559 inch
Peso neto	250 g		

Temperaturas

Humedad a temperatura de almacenamiento	0...90 % RH	Humedad a temperatura de servicio	0 - 75 % HR
Temperatura de almacenamiento, max.	70 °C	Temperatura de almacenamiento, min.	-25 °C
Temperatura de servicio, max.	55 °C	Temperatura de servicio, min.	-10 °C
Temperatura de servicio	-10 °C...55 °C	Temperatura de almacenamiento	-25 °C...70 °C

Conformidad medioambiental del producto

REACH SVHC	Lead 7439-92-1
------------	----------------

Entrada de corriente de medición

Armónicos, por pedido/corriente	1.-40.	Canales de medición de corriente	4
Factor de distorsión THD-I en %	Sí	Intensidad nominal	1 / 5 A
Medición de la corriente diferencial	No	Precisión de medición de la corriente	0,2 %

Entrada de tensión de medición

Armónicos, por pedido/tensión	1.-40.	Cuadrantes	4
Factor de distorsión THD-U en %	Sí	Precisión de medición de la tensión	0,2 %
Rango de medida, tensión L-L, AC	480 V	Rango de medida, tensión L-N, AC	277 V
Sistema 3-hilos:	Sí	Sistema 4-hilos:	Sí

Comunicación

Interfaz	RS485: 9,6 – 115,2 kbps, USB	Protocolo	Modbus RTU
----------	---------------------------------	-----------	------------

Control de la calidad de la tensión

Armónicos, por pedido/tensión	1.-40.	Armónicos, por pedido/corriente	1.-40.
Factor de distorsión THD-U en %	Sí	Factor de distorsión THD-I en %	Sí
No balanceado	No	Sistema positivo, negativo y cero	Sí
Interrupciones breves	No	Función de grabación de secuencia de eventos	No

Certificado de conformidad

Por medio del certificado de producto número / By the product certificate number

Nº 2622/0111-3-CER

Emitido a / Issued to:

Propietario de la licencia / License holder:

Sungrow Power Supply Co., Ltd.

No.1699, Xiyu Road, New & High Technology Industrial Development Zone, Hefei City, Anhui Province, P. R. China.

Marca / Trademark:

SUNGROW

Dirección de Fábrica / Factory location:

Sungrow Power Supply Co., Ltd.

No.1699, Xiyu Road, New & High Technology Industrial Development Zone, Hefei City, Anhui Province, P. R. China.

Se certifica que el producto / It is certified that the product:

Tipo de aparato / Type of product: **Grid-connected PV Inverter**

Modelos / Models:

SG125CX-P2

SG110CX-P2

SG75CX-P2

Datos Técnicos /
Technical Data:

Potencia Nominal / Nominal Power

125 kW

110 kW

75 kW

Tensión Nominal / Nominal Voltage

230 / 400 V_{ac}

Frecuencia / Frequency

50 Hz

Versión Firmware / Firmware versión

**LCD_GARNET-S_V11_V01_A;
MDSP_GARNET-S_V11_V01_A**

Número de fases / Number of phases

**Trifásico / Three Phase
3/N/PE**

Transformador de aislamiento /
Isolation transformer

No / No

Elemento de control / Control device

**Externo / External
(Ver página 2 / See page 2)**

Esta en cumplimiento con la norma de ensayos / Is in compliance with the test standard:

- **UNE 217001: 2020-10** "Ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución"

Esta en cumplimiento con los requisitos de la regulación / Is in compliance with the requirements of regulation:

- **Anexo I de la ITC-BT-40 "Sistemas para evitar el vertido de energía a la red"**
Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC. Edición actualizada a 9 de septiembre de 2021.

El equipo antes mencionado está certificado conforme con el procedimiento interno de SGS PE.T-ECPE-51 de acuerdo con los requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17065. / Aforementioned equipment is certified according to SGS internal procedure PE.T-ECPE-51 according to requirements established on standard UNE-EN ISO/IEC 17065.

El certificado contiene la siguiente información / This certificate contains the following information:

- Datos técnicos de los generadores de potencia. / Technical information of power generators.
- Datos técnicos de los analizadores de potencia / Technical information on power analyzers.,
- Esquema de la instalación de limitación de potencia con los elementos que la componen y tipo de comunicaciones empleado. / Scheme covering the elements and the installation to limit power injection and the used type of communication.
- Número máximo de unidades generadoras a conectar. / Maximum number of generators to be connected in parallel.

Este certificado se emite por vez primera: 08 de noviembre de 2022. / This certificate is first issued on 08th of November 2022.

Este certificado es válido hasta: 08 de noviembre de 2027. / This certificate is valid until the 08th of November 2027.

Madrid, 08 de noviembre de 2022

Daniel Arranz Muñiz
Certification Manager



Lista de componentes de instalación / List of installation components:

ANALIZADOR DE POTENCIA 1 / ENERGY METER 1	
Marca / Brand	Weidmüller
Modelo / Model	610
Fabricante / Manufacturer	Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Características / Characteristics	Voltage: 10 ~ 300 Vrms Current: 0 ~ 6 Arms Frequency: 45 ~ 65 Hz Power accuracy: 0.5%

ANALIZADOR DE POTENCIA 2 / ENERGY METER 2	
Marca / Brand	JANITZA
Modelo / Model	UMG 604-PRO
Fabricante / Manufacturer	Janitza electronics GmbH
Características / Characteristics	Voltage: 0 ~ 600 Vrms Current: 0.005 ~ 7 Arms Frequency: 45 ... 65 Hz Power accuracy: 0.4%

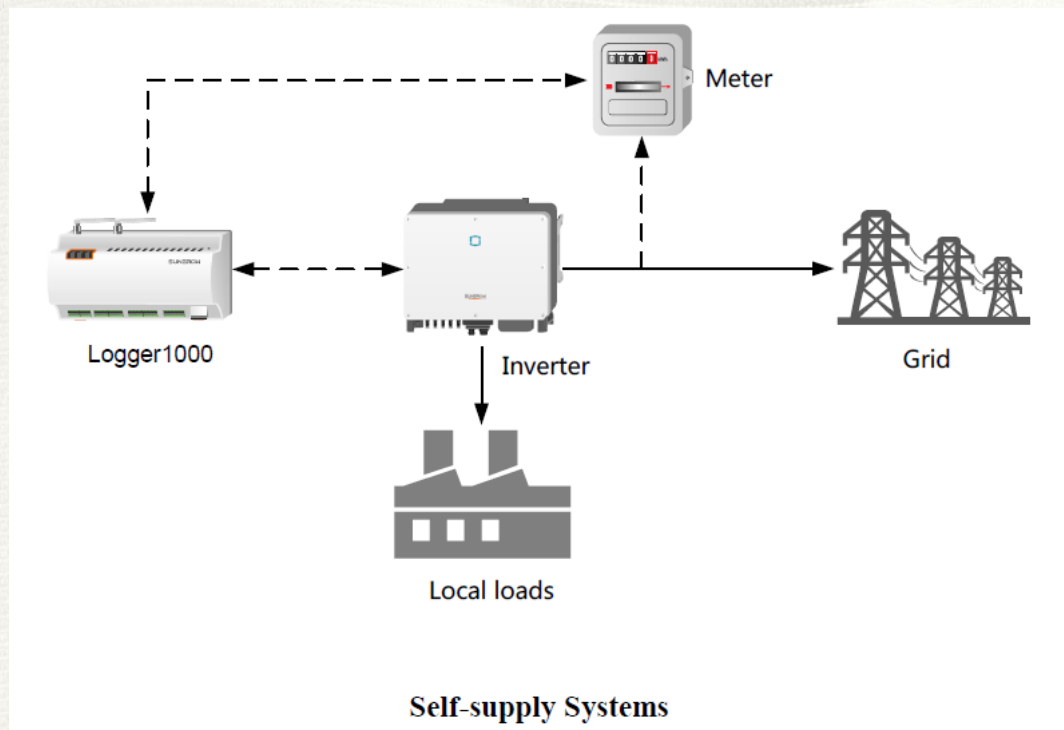
ANALIZADOR DE POTENCIA 3 / ENERGY METER 3	
Marca / Brand	JANITZA
Modelo / Model	UMG 103-CBM
Fabricante / Manufacturer	Janitza electronics GmbH
Características / Characteristics	Voltage: 10 ~ 600 Vrms Current: 0 ~ 6 Arms Frequency: 45 ... 65 Hz Power accuracy: 0.5%

SENSOR DE CORRIENTE / CURRENT SENSOR	
Marca / Brand	CHINT
Modelo / Model	BH-0.66 60I
Fabricante / Manufacturer	Zhejiang Chint Instrument & Meter Co. Ltd.
Características / Characteristics	Primary Current / Secondary Current: 1000/5A 50Hz, Class 0.5,10VA-3.75VA

ELEMENTO DE CONTROL / CONTROL ELEMENT	
Marca / Brand	SUNGROW
Modelo / Model	COM100E
Fabricante / Manufacturer	SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD
Características / Characteristics	AC input: 100Vac to 277Vac, 50-60Hz Input current: 0.48A IP 66, -30°C to 60°C



Esquemas de la instalación / Installation schemes:



El número máximo de generadores a conectar en paralelo es / Maximum number of inverters to be connected in parallel is:

- **Utilizando analizador de potencia Weidmüller / Energy Meter 610, número máximo de inversores conectados en paralelo son 12**
Using energy meter Weidmüller / Energy Meter 610, maximum number of inverters connected in parallel are 12
- **Utilizando analizador de potencia Janitza / UMG604 PRO, número máximo de inversores conectados en paralelo son 13**
Using energy meter Janitza / UMG 604-PRO, maximum number of inverters connected in parallel are 13
- **Utilizando analizador de potencia Janitza / UMG 103-CBM, número máximo de inversores conectados en paralelo son 11**
Using energy meter Janitza / UMG 103-CBM, maximum number of inverters connected in parallel are 11



CÁLCULO DE CARGA DE VIENTO - SISTEMA BLOQUE HORMIGON AUTOPORTANTE

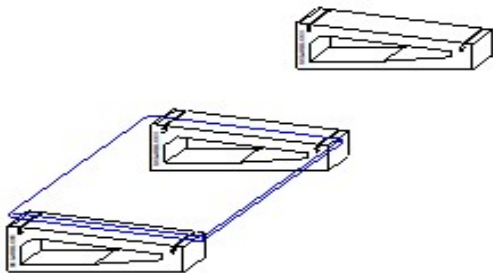
(Filas de 16 paneles solares en posicion horizontal, y 10º inclinacion con respecto al suelo)

Inclinacion Placa solar	10º
Tipo de montaje	n paneles / n+1 BlockLastre
Número de BlockLastre	17
Número de paneles	16
Número de piezas de lastre	17
Peso panel solar (kg)	21
Peso Block Lastre (kg)	65

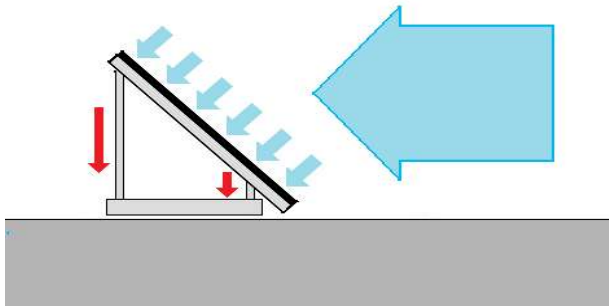
Disposición módulo solar:	Horizontal
Ancho (m)	1,13
Largo (m)	1,76
Superficie panel (m2)	1,99
Peso Total por fila:	
BlockLastre (kg)	1105,00
Paneles (kg)	336,00

Aplicacion criterios CTE SE-SA:

Zona de viento	B
Grado de aspereza	III Zona rural accidentada
Altura (m)	1,5
Coef. de exposición	1,42
Coef. de presión	1,21
Coef. de succión	1,32
Velocidad del viento (CTE)	27,00 m/s
Carga presion dinamica (Qb)	45,00 kg/m2



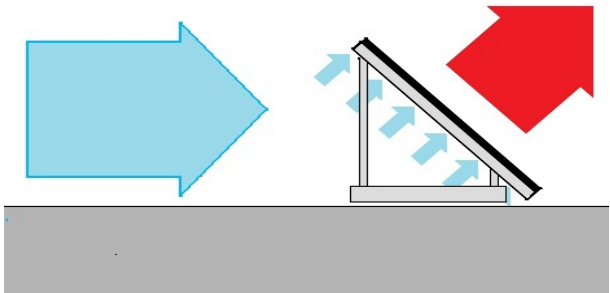
ENTRADA DE VIENTO POR BARLOVENTO



Carga presion estática (Qe)	78,26 kg/m
-----------------------------	------------

Cumplimiento al vuelco:	
Momento debido al viento	1135,14 kg x l
Momento debido al peso	696,38 kg x l
Total momentos	1831,53 kg x l
Reserva de seguridad al vuelco	INFINITO
CUMPLIMIENTO A VUELCO	CUMPLE

ENTRADA DE VIENTO POR SOTAVENTO



Carga succión estática (Qs)	85,52 kg/m2
-----------------------------	-------------

Cumplimiento al vuelco:	
Momento debido al viento	-918,47 kg x m
Momento debido al peso	975,18 kg x m
Total momentos	56,71 kg x m
Reserva de seguridad al vuelco	106,17%
CUMPLIMIENTO A VUELCO	CUMPLE

Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

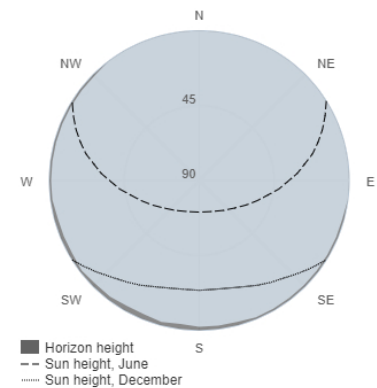
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 42.039,-1.796
Horizon: Calculated
Database used: PVGIS-SARAH2
PV technology: Crystalline silicon
PV installed: 126.72 kWp
System loss: 12.105 %

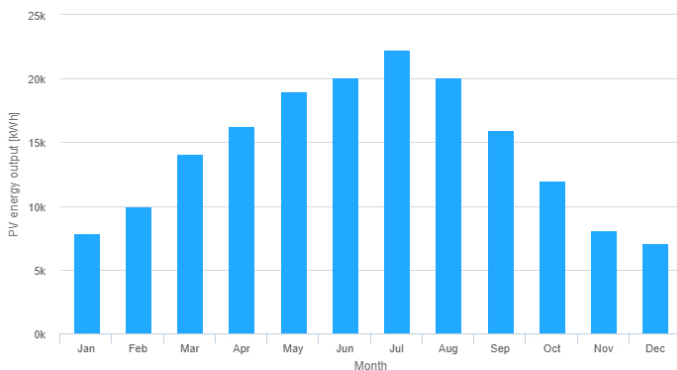
Simulation outputs

Slope angle: 10 °
Azimuth angle: 36 °
Yearly PV energy production: 172865.3 kWh
Yearly in-plane irradiation: 1722.51 kWh/m²
Year-to-year variability: 5156.95 kWh
Changes in output due to:
Angle of incidence: -3.39 %
Spectral effects: 0.77 %
Temperature and low irradiance: -7.45 %
Total loss: -20.8 %

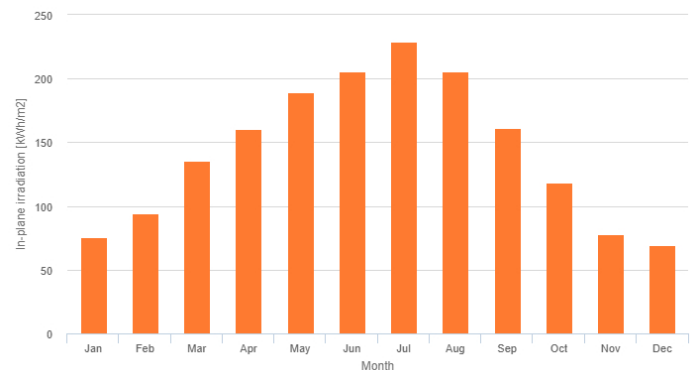
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	7880.7	75.6	911.7
February	9956.2	94.5	1358.5
March	14063.1	113.5	1725.0
April	16280.0	160.4	1437.1
May	19021.7	189.5	1925.4
June	20092.5	205.9	949.2
July	22278.8	229.2	919.5
August	20108.4	205.7	682.4
September	15989.7	160.8	578.2
October	12001.1	118.5	876.0
November	8067.6	78.0	831.8
December	7125.4	69.0	697.4

E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

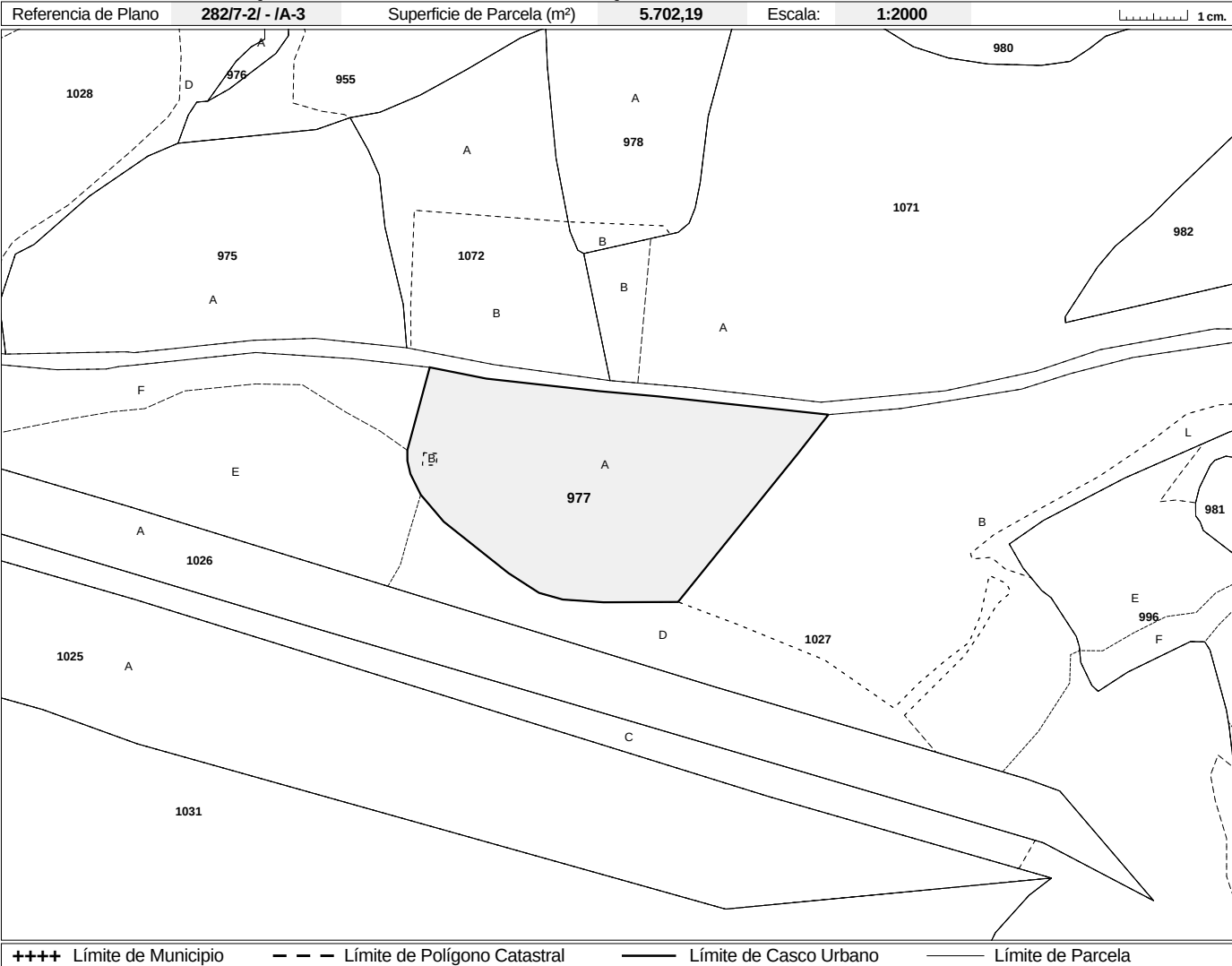
CÉDULA PARCELARIA / LURZATI ZEDULA

Referencia Catastral Bien Inmueble 310000000001132479TX
Municipio CINTRUÉNIGO Cód. 72 Entidad CINTRUÉNIGO Expedida 21/1/2024

CÓDIGOS LOCALIZADORES Y DATOS DESCRIPTIVOS

CÓDIGOS LOCALIZADORES (*)			DIRECCIÓN O PARAJE	SUPERFICIES (m²)		USO, DESTINO O CULTIVO	AÑO CONSTR.
				Principal	Común		
5	977	A	Estanquillas	5.687,85		PASTOS	
5	977	B	Estanquillas	14,34		CONSTRUCCION	

CROQUIS DE SITUACIÓN DE LA PARCELA EN LA QUE SE UBICAN LAS UNIDADES INMOBILIARIAS

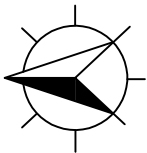
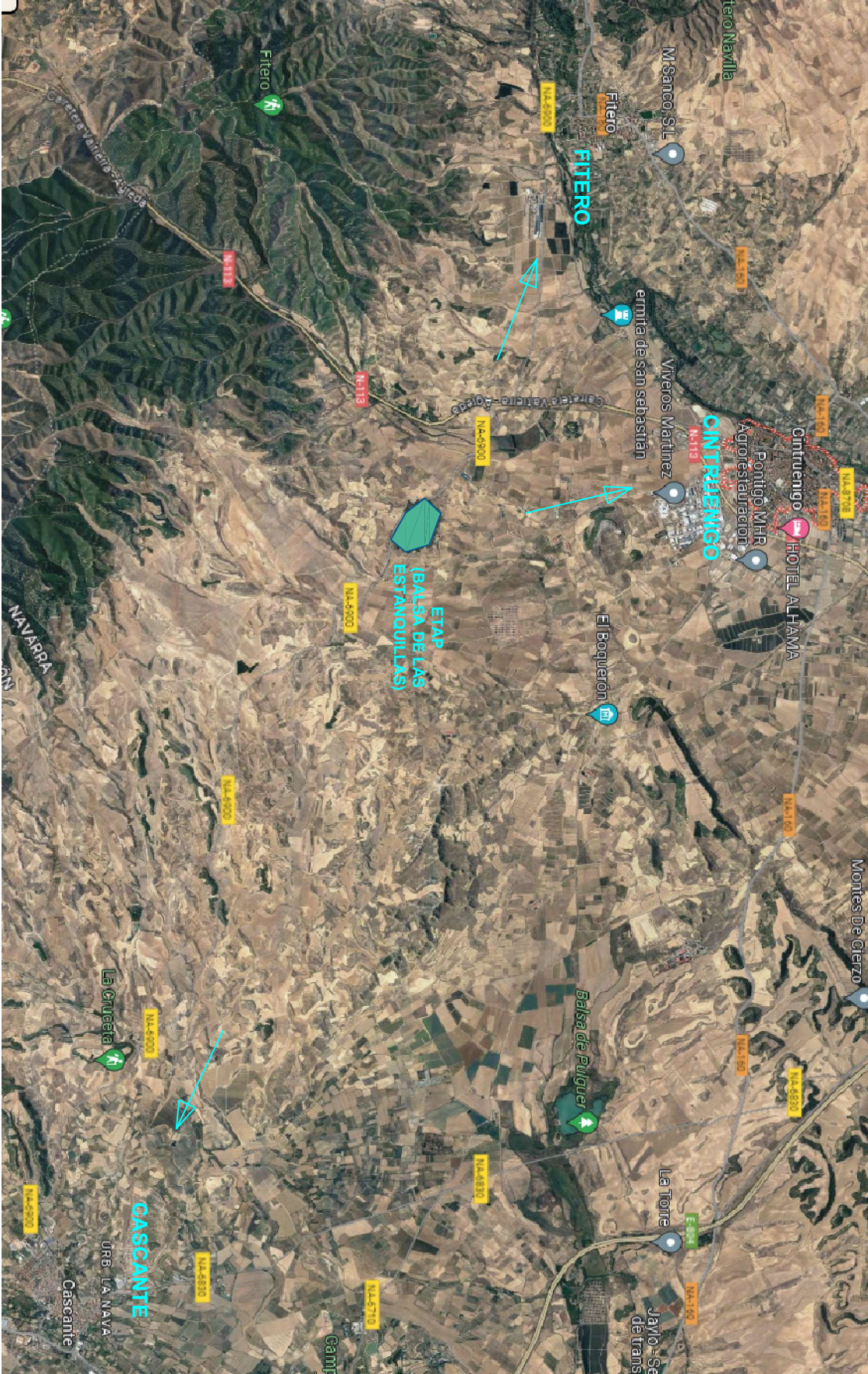


Todos los documentos inscribibles en el Registro de la Propiedad deben incorporar las cédulas parcelarias correspondientes (Ley Foral 12/2006, de 21 de noviembre). Documento sujeto a tasa de acuerdo a la Ley Foral 12/2006, de 21 de noviembre / Modelo aprobado mediante Orden Foral 132/2003, de 28 de abril.

Registro de la Riqueza Territorial de Navarra. <https://catastro.navarra.es> Cód. Seg. T/PHJUN8RQH8

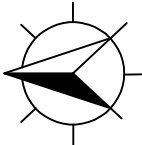
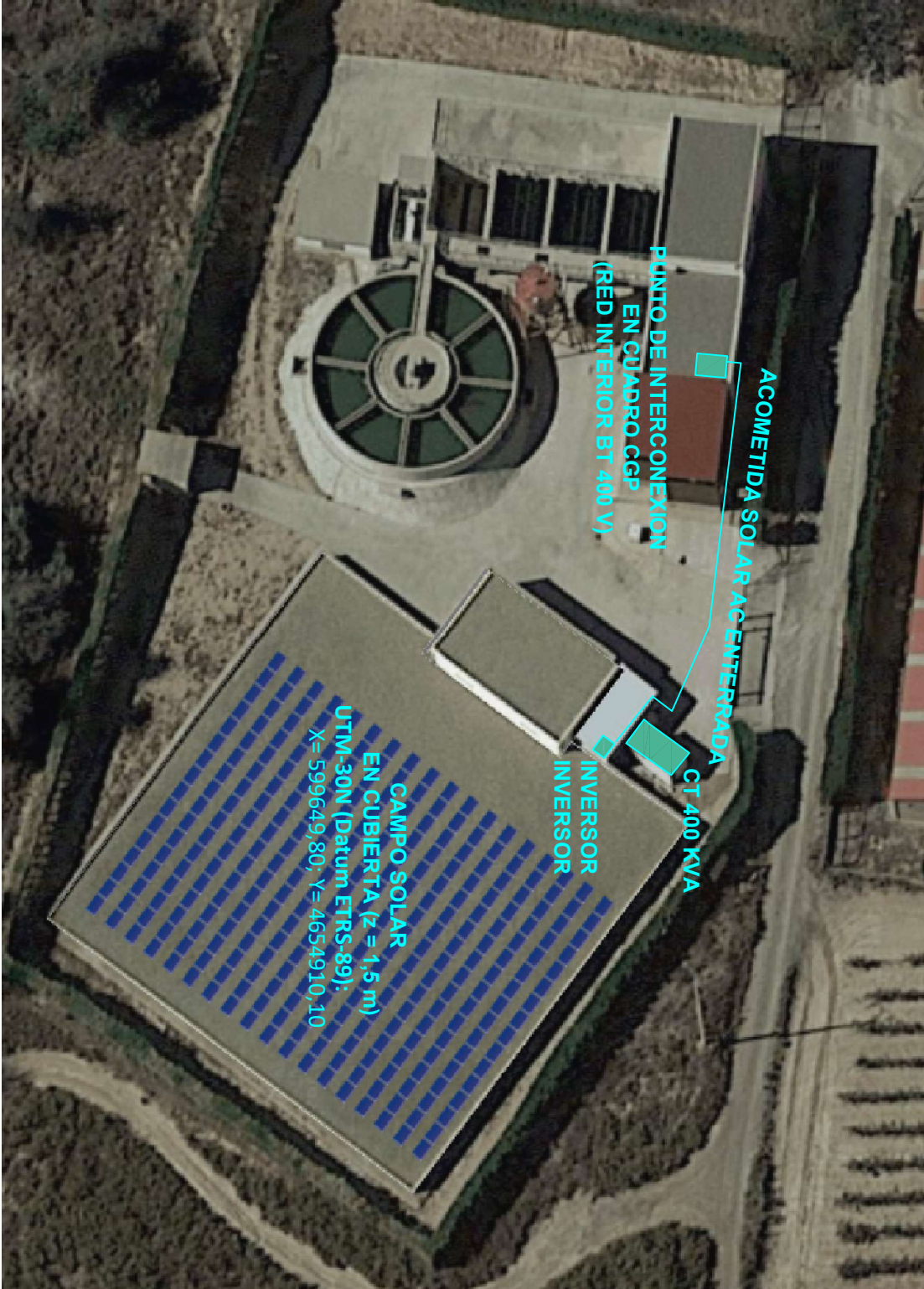
Conforme a lo dispuesto en el artículo 41 de la Ley Foral 12/2006, de 21 de noviembre, la titularidad y el valor catastral son datos protegidos. Los titulares pueden acceder a sus datos previa identificación, en las oficinas del Servicio de Riqueza Territorial o por otros medios, utilizando cualquiera de los códigos de seguridad legalmente establecidos.

(*) Los códigos localizadores se componen de Polígono, Parcela, Subárea o Subparcela y Unidad Urbana.



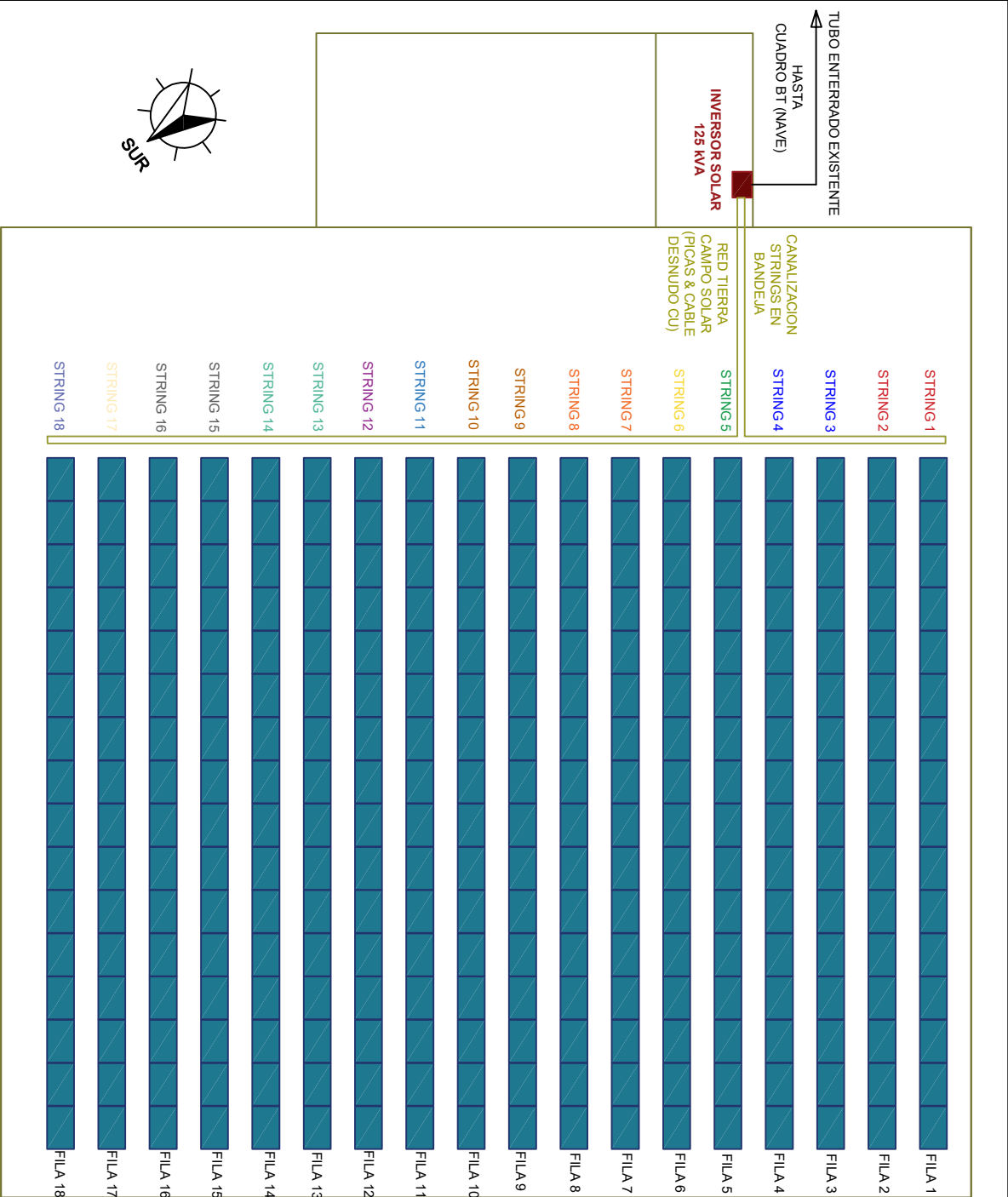
SUR

Proyecto: PROYECTO TÉCNICO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR DE 125 KW PARA AUTOCONSUMO ELÉCTRICO EN CINTRUÉNIGO		Plano: PLANO DE SITUACIÓN		Ingeniero Industrial:  Guillermo Goñon Col. nº1439, COINA	
Ubicación: Balsa Las Estanquillas, S/N, Cintruénigo, NAVARRA		Promotor: MANCOMUNIDAD AGUAS DE CASCANTE, CINTRUÉNIGO Y FITERO, Plaza de los Fueros, nº1, Cintruénigo, NAVARRA		fasEnergía C/ María Apretregui Educadora nº20, 31500 Tudela (Navarra), www.fasenergia.es, Tel:605.08.55.79	
Escala: S/E		Fecha: Feb-2024		Nº Plano: 1	

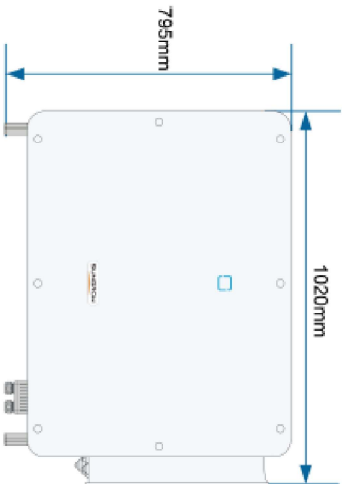


SUR

Proyecto: PROYECTO TÉCNICO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR DE 125 KW PARA AUTOCONSUMO ELÉCTRICO EN CINTRUÉNIGO		Plano: PLANO DE PUNTO DE INTERCONEXION BT EN RED INTERIOR		Ingeniero Industrial:  Guillermo Golchón Cof. nº1438, COIINA	fasEnergía C/ María Agerregui Eduardora nº20, 31500 Tudela (Navarra); www.fasenergia.es; Tel 605.08.55.78
Ubicación: Balsa Las Estanquillas, S/N, Cintruénigo, NAVARRA	Promotor: MANCOMUNIDAD AGUAS DE CASCANTE, CINTRUÉNIGO Y FITERO, NAVARRA	Escala: S/E	Fecha: Feb-2024	Nº Plano: 1	



- TOTAL DE 18 SERIES (STRINGS) DE 16 MODULOS SOLARES**
- String 1 & 2 => Entrada Mppt 1 del inverter
 - String 3 & 4 => Entrada Mppt 2 del inverter
 - String 5 => Entrada Mppt 3 del inverter
 - String 6 => Entrada Mppt 4 del inverter
 - String 7 & 8 => Entrada Mppt 5 del inverter
 - String 9 & 10 => Entrada Mppt 6 del inverter
 - String 11 => Entrada Mppt 7 del inverter
 - String 12 => Entrada Mppt 8 del inverter
 - String 13 & 14 => Entrada Mppt 9 del inverter
 - String 15 & 16 => Entrada Mppt 10 del inverter
 - String 17 => Entrada Mppt 11 del inverter
 - String 18 => Entrada Mppt 12 del inverter

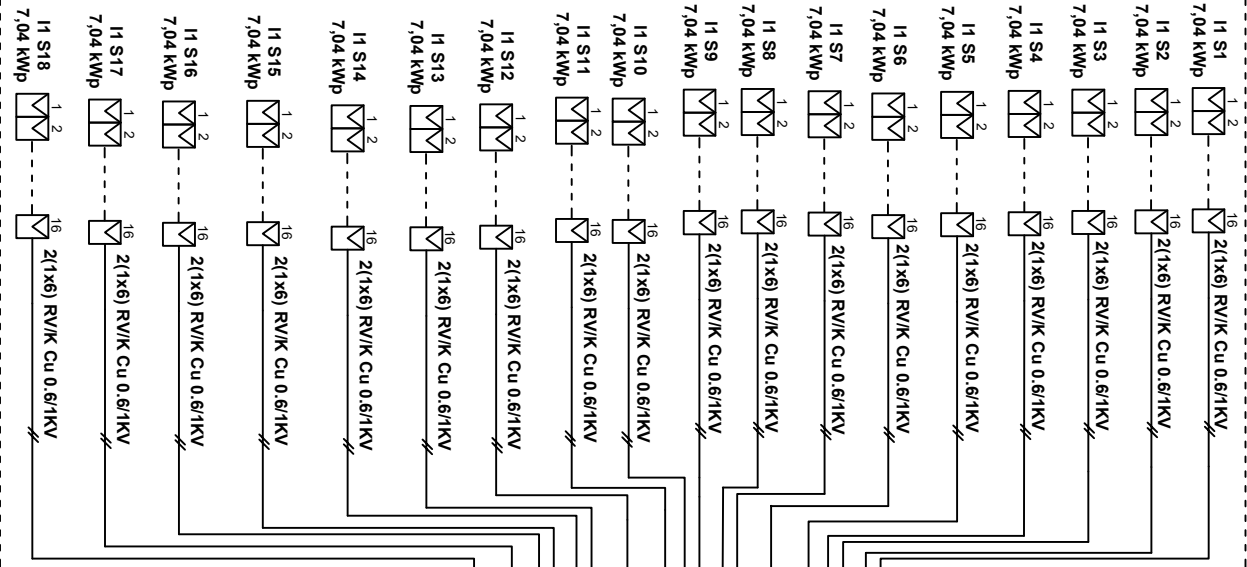


DETALLE CONEXION "STRINGS"
ENTRADAS DC INVERSOR

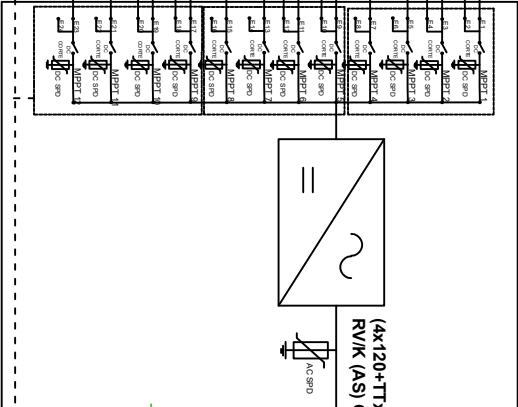
Proyecto: PROYECTO TÉCNICO DE UNA INSTALACION SOLAR DE 125 KW PARA AUTOCONSUMO ELECTRICO EN CINTRUENIGO		Plano: CONEXION CC DE LAS SERIES A INVERSOR Y ACOMETIDA AC		Ingeniero Industrial: 		fasEnergía C/ Maria Aperiregui Educadora nº20, 31500 Tudela (Navarra), www.fasenergia.es, Tel 605.08.55.78
Ubicacion: Balsa Las Estanquillas, S/N, Cintruénigo, NAVARRA	Promotor: MANCOMUNIDAD AGUAS DE CASCANTE, CINTRUENIGO Y FITERO, Plaza de los Fueros, nº1, Cintruénigo, NAVARRA	Escala: S/E	Fecha: Feb-2024	Nº Plano: 1		

CAMPO SOLAR
FOTOVOLTAICO

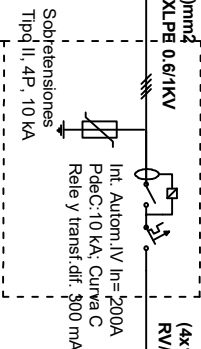
18 strings de 16 Módulos TRINSOLAR
TSM 440 Wp VERTEX S+



INVERSOR
SUNGROW 125 kW

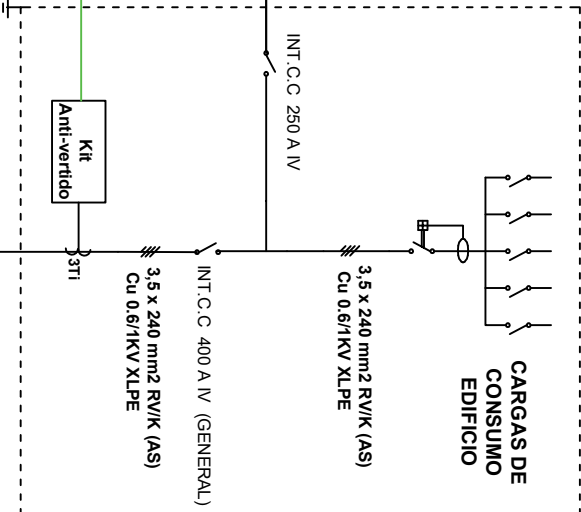


Cuadro Protección AC
Inversor

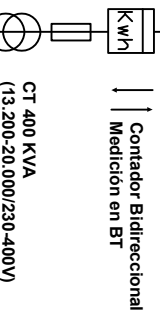


Cable UTP

Cuadro Principal
Eléctrico BT



RED Empresa Distribuidora



Proyecto: PROYECTO TÉCNICO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR DE 125 kW PARA AUTOCONSUMO ELÉCTRICO EN CINTRUENIGO		Plano: ESQUEMA UNIFILAR ELÉCTRICO DE CONEXIÓN EN BAJA TENSION		Ingeniero Industrial: 	
Ubicación: Las Estanquillas, S/N, Cintruénigo, NAVARRA		Promotor: MANCOMUNIDAD AGUAS DE CASCANTE, CINTRUENIGO Y FITERO, CINTRUENIGO, NAVARRA		C/ María Aurreguil Educador a n°20, 31500 Tudela (Navarra), www.faseenergia.es, Tel.605.08.55.78	
Escala: S/E		Fecha: Feb-2024		Nº Plano: 1	

INSTALACION GENERACION SOLAR FOTOVOLTAICA PAR AUTOCONSUMO - CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

MANCOMUNIDAD AGUAS DE CASCANTE, CINTRUENIGO Y FITERO - ESTACION TRATAMIENTO AGUA POTABLE

Inicio del proyecto:

ju, 2024-05-02

Planificacion Trabajos

1,5

mes

2 de mayo de 2024

9 de mayo de 2024

16 de mayo de 202423 de mayo de 2024

30 de mayo de 2024	6
--------------------	---

de junio de 2024	13
------------------	----

de junio de 2024

2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---

9 10 11 12 13 14 15

6	17	18	19	20	21	22	23
---	----	----	----	----	----	----	----

24	25	26	27	28	29	30
----	----	----	----	----	----	----

31	1	2	3	4	5	6
----	---	---	---	---	---	---

7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	----	----	----	----	----

15	16	17	18	19
----	----	----	----	----

[illegible]

PRESUPUESTO

CAPITULO 01- COMPONENTES FOTOVOLTAICOS			
Descripción	Cantidad	Precio	Importe(€)
Ud. MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO 440 Wp Ud. Suministro e instalación de módulo fotovoltaico marca TRINASOLAR, modelo TSM440-NEG9R.28DE VERTEX S+ de potencia nominal de 440 Wp, o similar. Características eléctricas principales, Vpm=44,0V, Voc=52,2V, Ipm=10,01A, Isc=10,67A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP68. Longitud Cables 1100/1100 mm. Dimensiones 1762 x 1134 x 30 mm, peso 21 kg. Degradación 0,45% /año. Garantía de producto: 25 años. Garantía de potencia: 30 años. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	288	116,16 €	33.454,08 €
Ud. INVERSOR SOLAR FOTOVOLTAICO 125 kW Ud. Suministro e instalación de inversor solar trifásico sin transformador SUNGROW modelo SG125CX-P2 o similar. Potencia de salida máx: 125.000W/125.000VA Rendimiento máx/europe: 98.5% / 98.3% Tensión de entrada máx: 1.100V / Rango de tensión MPPT: 200V a 1000V Corriente máx. de entrada: 40A/MPPT. Número de MPPT: 12 / Strings por MPPT: 2 Dimensiones: 1.019 x 793 x 360mm / Peso: 87Kg Consumo nocturno: <4W. Tipo protección: IP66 / Servidor web integrado. Garantía: 5 años. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	1	7.318,08 €	7.318,08 €
Ud. ESTRUCTURA SOPORTE PANELES SOLARES Ud Suministro e instalación de estructura soporte de hormigón prefabricado autoportante ENNOVABLOC 10°R o similar para cubierta plana con grava. Para 288 módulos según distribución indicada en los planos adjuntos. Incluye 306 bloques de hormigón con inclinación de 10º, y accesorios de sujeción necesarios y adhesivo de fijación con resistencia mínima a tracción de 10kg/cm2. Dimensiones: 1160 x 120 x 370 mm, Peso: 65 k. Garantía materiales: 25 años. Materiales 100% reciclables. Marcado CE. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando. Montaje realizado cumpliendo indicaciones específicas del fabricante.	306	42,82 €	13.103,48 €
TOTAL CAPITULO 01 - COMPONENTES FOTOVOLTAICOS:			53.875,64 €

CAPITULO 02- ANTIVERTIDO, MONITORIZACION Y PANEL DIVULGATIVO			
Descripción	Cantidad	Precio	Importe(€)
Ud. SMART COMUNICACIÓN BOX SUNGROW COM100E: Ud Suministro e instalación de caja de comunicación SUNGROW, modelo COM100E o similar para la monitorización de la planta solar. -Soporte de comunicación RS485, Ethernet y WiFi. -Soporte de medidor de energía, estación meteorológica, sensores y otros equipos. - Configuración de parámetros por lotes del inversor y actualizaciones de firmware. - Mantenimiento de la planta fotovoltaica a través de acceso web remoto para OPEX optimizado. -Control de potencia activa y reactiva. -Monitoreo local. -Luz nocturna para mantenimiento. Certificado para vertido cero excedentes a la red junto con medidor de cabecera. Dimensiones: 460 x 315 x 126 mm Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando. A instalar en sala de control de la mancomunidad.	1	910,47 €	910,47 €

Ud. MEDIDOR ENERGIA CABECERA - WEIDMULLER WE 610-230: Ud Suministro e instalación de Medidor de energía WEIDMULLER WE 610-230 o similar. Equipo de medida para la regulación de potencia activa con clase de precisión 0.5S. Necesita toroidales para medir la corriente con secundario de 5 A. Medida de tensión directa. Aconsejado para realizar vertido cero certificado para inversores Sungrow junto con el equipo COM100E. Alimentación a 230 V.Dimensiones: 460 x 315 x 126 mm Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando. A instalar en sala de control de la mancomunidad en CPG.	1	474,30 €	474,30 €
Ud. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE - CIRCUTOR TQ-8 400/5A: Ud Suministro e instalación de Transformador de corriente de núcleo partido, CIRCUTOR modelo TQ-8 400/5A o similar. Corriente primaria medida: 400A. Relación de transformación ..5A. Dimensiones: 120 x 148,5 x 28 mm Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando. A instalar en sala de control de la mancomunidad en CPG.	3	156,75 €	470,25 €
Ud. PANEL DIVULGATIVO - PANTALLA VISUALIZACION 22": Ud Suministro e instalación de un panel de visualizualización de datos. Monitor pantalla 22 ". Resolución 1920x1080. Soporte Montaje a pared incluido. Conexion HDMI incluida. Visualizacion de datos de la instalacion solar: - Balance de energía en tiempo real (Producción solar, Autoconsumo y Consumo Red) - Potencia instalada de generación (kWp) - Producción diaria acumulada (kWh) - Producción acumulada desde puesta en marcha (kWh) - Emisiones Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando. A instalar en sala de control de la mancomunidad.	1	747,45 €	747,45 €
TOTAL CAPITULO 02- ANTIVERTIDO, MONITORIZACION Y PANEL DIVULGATIVO:			2.602,47 €

CAPITULO 03- INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
Descripción	Cantidad	Precio	Importe(€)
MI CABLE SOLAR PV ZZ-F(AS) 1 x 6 MM2 SOLAR ROJO: MI. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica con cubierta de goma libre de halógenos de color rojo, cable específico para instalaciones fotovoltaicas tipo H1Z2Z2-K 1x6 mm2, sujecciones a paramentos horizontales y verticales. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	1100	1,31 €	1.438,75 €
MI CABLE SOLAR PV ZZ-F(AS) 1 x 6 MM2 SOLAR NEGRO: MI. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica con cubierta de goma libre de halógenos de color negro, cable específico para instalaciones fotovoltaicas tipo H1Z2Z2-K 1x6 mm2, sujecciones a paramentos horizontales y verticales. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	1100	1,31 €	1.438,75 €
MI CABLE COBRE RZ1-K(AS) 0,6/1 kV 1 x 120 MM2: MI. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica libre de halógenos cobre tipo RZ1-K 0.6/1 kV 1x120mm2 para linea inversor-cuadro general protecciones. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	400	20,30 €	8.118,00 €

MI CABLE TIERRA 7Z1-K (AS) 1 x 6 MM2 AMARILLO VERDE: MI. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica con cubierta de goma libre de halógenos de color amarillo verde, cable específico para instalaciones fotovoltaicas tipo 07Z1-K (AS) 1x6 mm2, sujeciones a paramentos horizontales y verticales. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	100	1,11 €	110,72 €
MI CABLE TIERRA 1000V RZ1-K (AS) 1X70 MM2 VERDE: MI. Suministro e instalación de metro lineal de instalación eléctrica con cubierta de goma libre de halógenos de color verde, cable específico para instalaciones fotovoltaicas tipo AFUMEX CLASS 1000V RZ1-K AS 1X70MM2, sujeciones a paramentos horizontales y verticales. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	20	12,11 €	242,24 €
MI BANDEJA REJILLA CON TAPA 35-300 MM ELECTROZINCADO: MI. Suministro e instalación de metro lineal de bandeja de rejilla de acero de 35 mm de altura, con tapa recta 300X3 mm, con protección superficial, o inoxidable AISI 304 o 316L con borde de seguridad para soporte y conducción de cables. Ala de alto 35 mm, Ancho 300 mm, Con Sistema de Protección EZ, Acabado Electrozincado EZ3. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	60	29,01 €	1.740,42 €
MI BANDEJA REJILLA CON TAPA 60-150 MM ELECTROZINCADO: MI. Suministro e instalación de metro lineal de bandeja de rejilla de acero de 60 mm de altura, con tapa recta 150X3 mm, con protección superficial, o inoxidable AISI 304 o 316L con borde de seguridad para soporte y conducción de cables. Ala de alto 60 mm, Ancho 150 mm, Con Sistema de Protección EZ, Acabado Electrozincado EZ3. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	51	17,14 €	874,32 €
MI CABLE COMUNICACION BUS RS485 CAT6 UTP EXTERIOR : MI Suministro e instalación de cable CAT6 S/UTP apantallado para la conexión del bus RS485 entre inversor y caja de adquisición de datos. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	100	0,94 €	94,38 €
Ud. TOMA TIERRA COBRE DC : Ud. Suministro e instalación de toma de tierra de las series del campo solar hasta el inversor lado DC, formada por picas de 14 mm ø y 2 m. de longitud, cable de Cu desnudo de 10 mm. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	1	157,53 €	157,53 €
Ud. CUADRO PROTECCION LINEA AC - INVERSOR SOLAR : Ud. de suministro e instalación de un cuadro eléctrico asociado a linea AC del inversor solar. Se compone de un armario metálico de fijación mural GN 600X400x 200 PO-IP66 con los siguientes componentes o similares: - 1 Ud. Interruptor Automatico 4 polos, In=200A (Ajustable 160-200 A), PdC:10-25 kA, Rele y transf diferencial 300 mA regulable. -1 Ud. Protector contra sobretensiones transitorias tipo 2. 4 Polos. Clase C. 40kA Imax. 20kA In. 2kV Up. 420VAC Uco. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	1	2.457,87 €	2.457,87 €
Ud. CUADRO SECCIONADOR LINEA AC - SALA CONTROL : Ud. de suministro e instalación de un cuadro eléctrico de seccionamiento en cuadro principal de protecciones CGP en sala de control. Se compone de un armario metálico de fijación mural GN 400X400x 200 PO-IP66 con el siguiente componente: - 1 Ud. Interruptor- Seccionador 4 polos, 250 A, mando frontal, con maneta y eje negros IP65. Incluso mano de obra y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	1	668,60 €	668,60 €
CAPITULO 03- INSTALACIÓN ELÉCTRICA			17.341,57 €

CAPITULO 04- SEGURIDAD Y SALUD			
Descripción	Cantidad	Precio	Importe(€)
Ud. SEGURIDAD Y SALUD: Ud Partida de medidas y coordinación de seguridad y salud en la obra, tanto colectivas como individuales y provisionales, con botiquín completo de primeros auxilios según EBSS de proyecto y posterior aceptación PSS a elaborar por contratista. Se considera la unidad completa para la totalidad del proyecto.	1	1.972,97 €	1.972,97 €
CAPITULO 04- SEGURIDAD Y SALUD			1.972,97 €

CAPITULO 05- LEGALIZACIÓN			
Descripción	Cantidad	Precio	Importe(€)
Ud. LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN: Ud. Tramitación administrativa para la legalización de la instalación. Incluye: - Tramitación licencia de obra (No incluye el coste de la licencia de obra) - Inspección inicial OCA de baja tensión. - Elaboración y entrega del certificado eléctrico CIE de baja tensión de la instalación solar. - Registro administrativo RAN en Industria Pamplona. (No incluyen costes de redacción del proyecto técnico y dirección de obra visados)	1	2.072,04 €	2.072,04 €
CAPITULO 05- LEGALIZACIÓN			2.072,04 €

RESUMEN DE PRESUPUESTO		Importe(€)
CAPITULO 01- COMPONENTES FOTOVOLTAICOS		53.875,64 €
CAPITULO 02- ANTIVERTIDO, MONITORIZACION Y PANEL DIVULGATIVO		2.602,47 €
CAPITULO 03- INSTALACIÓN ELÉCTRICA		17.341,57 €
CAPITULO 04- SEGURIDAD Y SALUD		1.972,97 €
CAPITULO 05- LEGALIZACIÓN		2.072,04 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL:		77.864,69 €
21% I.V.A.....		16.351,58 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL:		94.216,27 €

Asciende el presupuesto general de ejecución a la expresada cantidad de NOVENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS DIECISEIS CON VEINTISIETE EUROS

Cintruenigo, a 13 de febrero de 2024.

Ingeniero industrial
Nº Colegiado 1439



IasEnergia
Guillaume Goichon, N.º 1439
Calle Pinar de Aragón 20 Bajo
Cintruenigo, Aragón (España)
Tel: 609 08 25 78

Fdo: Guillaume Goichon