



RESUMEN DE FIRMAS DEL DOCUMENTO

COLEGIADO1

SUBERVIOLA OCHOA DE
ZABALEGUI JUAN JOSE -
44632558T

Firmado digitalmente por SUBERVIOLA
OCHOA DE ZABALEGUI JUAN JOSE -
44632558T
Fecha: 2024.03.18 18:52:43 +01'00'

COLEGIADO2

COLEGIADO3

COLEGIO



Documento firmado digitalmente el: 19/03/24 a las 13:52
por Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

COLEGIO

OTROS

OTROS

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





PROYECTO-AMPLIACIÓN

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 40 + 20 kW (41,31 + 31,50 kWp) SOBRE CUBIERTA Y 38,4 kWh DE ALMACENAMIENTO CONECTADA A RED EN ABÁRZUZA (NAVARRA)

CLIENTE

AYUNTAMIENTO DE ABÁRZUZA

PROYECTISTA

**MENDIBAÑEZ S.L.
Calle Olite 20, Pamplona
E71080014**

MARZO 2024

Ref. ESF24000

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





ÍNDICE DE CONTENIDOS

DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA.....	8
1. DATOS GENERALES	8
1.1 IDENTIFICACION DEL PROMOTOR.....	8
1.2 IDENTIFICACION DE LA EMPRESA REDACTORA	8
1.3 AUTOR DEL PROYECTO	8
1.4 ANTECEDENTES Y NECESIDADES A SATISFACER	8
1.5 JUSTIFICACION DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	9
1.6 OBJETO DEL ANTEPROYECTO	9
1.7 DATOS DEL EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	9
1.8 ESTUDIO GEOTÉCNICO	10
1.9 ACCESIBILIDAD	10
DOCUMENTO II: NORMATIVA DE APLICACION	10
2. NORMATIVA DE LA INSTALACIÓN	11
2.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS TÉCNICAS	11
2.2 CLASIFICACION DE LA MODALIDAD DE AUTOCONSUMO.....	12
2.3 PUNTO DE CONEXION	13
2.4 CONFIGURACION DEL EQUIPO DE MEDIDA	15
DOCUMENTO III: MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	16
3. RESUMEN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EXISTENTE.....	16
3.1 MODULOS FOTOVOLTAICOS	16
3.2 ESTRUCTURA SOPORTE	17
3.3 DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS	17
3.4 INVERSORES	17
3.5 CABLEADO	19
3.6 CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN	19
3.7 RECINTO PARA EQUIPOS.....	20
3.8 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM).....	20
3.9 CONCLUSIONES	21
4. ELEMENTOS DE AMPLIACIÓN DE LA INSTALCIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	22
4.1 CARATERISTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN	22
4.2 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	23
4.3 ESTRUCTURA SOPORTE	25
4.4 DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS	25
4.5 INVERSOR	26
4.6.....	29
4.7 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	30
4.8 MONITORIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	31

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



ÍNDICE DE CONTENIDOS

4.9 RECINTO PARA EQUIPOS 32

4.10 INSTALACIÓN DE CONEXIÓN A RED 32

4.10.1 General 32

4.10.2 Tensión de servicio 32

4.10.3 Cableado 32

4.10.4 Canalizaciones 33

4.10.5 Protecciones 34

4.10.5.1 Descripción de los sistemas de protección contra contactos indirectos 35

4.10.5.2 Descripción de los sistemas de protección contra contactos directos 36

4.10.6 Puesta a tierra 37

4.10.7 Cuadro general de baja tensión (CGBT) 39

4.10.8 Caja General de Protección y Medida (CPM) 39

4.10.9 Esquema eléctrico de la instalación 40

5. BALANCE ENERGÉTICO 42

5.1 IRRADIACIÓN, PRODUCCION ESTIMADA Y RENDIMIENTO 42

5.2 BALANCE DE ENERGÍA 43

6. CALENDARIO DE EJECUCIÓN..... 44

7. DIRECCIÓN DE LAS OBRAS A EFECTUAR..... 45

8. MODIFICACIONES DEL PRESENTE PROYECTO..... 46

9. CONSIDERACIONES FINALES..... 47

DOCUMENTO IV: CALCULOS..... 48

10. CALCULOS ELÉCTRICOS..... 48

10.1 REGIMEN DE OPERACIÓN DE LO INVERSOR 48

10.2 CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS 50

10.2.1 Parte 1: Módulo fotovoltaico – sistema generador Inversor 51

10.2.2 Parte 2: Sistema generador Inversor – Cuadro general baja tensión 53

10.2.3 Parte 3: Cuadro general baja tensión – Cuadro de Protección y medida 54

10.2.4 Selección de la sección del cable de tierra 56

10.3 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES..... 57

10.3.1 Protección contra sobreintensidades..... 57

10.3.2 Corriente de cortocircuito y poder de corte protecciones..... 58

10.3.3 Protección contra los contactos directos e indirectos 59

10.3.4 Protección contra sobretensiones..... 60

10.3.5 Cuadro de Protección y Medida 60

10.4 INFORME DE CONEXIÓN A RED DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA 61

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



ÍNDICE DE CONTENIDOS

11. CALCULOS ESTRUCTURALES 62

11.1 ACCIONES PERMANENTES 62

11.1.1 Cálculo del peso de la estructura por módulo 62

11.1.2 Peso de la estructura 63

11.1.3 Peso por unidad de módulo instalado..... 64

11.1.4 Zonificación de acciones permanentes 64

11.2 ACCIONES VARIABLES..... 66

11.2.1 Viento 66

11.2.1.1 Presión dinámica del viento 67

11.2.1.2 Coeficiente de exposición..... 68

11.2.1.3 Coeficiente eólico o de presión exterior 69

11.2.1.4 tención del coeficiente de presión estática..... 70

DOCUMENTO V: PLIEGO DE CONDICIONES..... 71

12. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES..... 71

13. CONDICIONES PARTICULARES PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO 73

13.1 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA CONEXIÓN A LA RED 73

13.2 DISEÑO 73

13.2.1 Diseño del generador fotovoltaico..... 73

13.2.2 Diseño del sistema de monitorización 74

13.3 COMPONENTES Y MATERIALES..... 75

13.3.1 Generalidades..... 75

13.3.2 Sistemas generadores fotovoltaicos 76

13.3.3 Estructura soporte..... 77

13.3.4 Inversor..... 77

13.3.5 Cableado..... 78

13.3.6 Conexión a red..... 78

13.3.7 Equipo de medida..... 79

13.3.8 Protecciones 79

13.3.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas 79

13.3.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética..... 79

13.4 APROVISIONAMIENTO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIALbyd 79

13.4.1 Aprovisionamiento 79

13.4.2 Transporte 80

13.4.3 Almacenamiento 80

13.5 RECEPCIÓN Y PRUEBAS 80

13.6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO 82

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



ÍNDICE DE CONTENIDOS

13.6.1 Generalidades..... 82

13.6.2 Programa de mantenimiento 82

13.7 CERTIFICADOS, GARANTÍA Y SEGUROS 83

13.7.1 Certificados de material 83

13.7.2 Garantías 83

13.7.3 Seguros 84

DOCUMENTO VI: GESTIÓN DE RESIDUOS 85

14. ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS 85

14.1 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE
GENERARÁN EN LA OBRA..... 85

14.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA 86

14.3 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA 87

14.4 PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL
PROYECTO 87

14.5 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA..... 87

DOCUMENTO VII: PRESUPUESTO 88

15. MEDICIONES Y PRESPUESTO 88

16. RESUMEN PRESPUESTO 93

DOCUMENTO VIII: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 94

17. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD..... 94

18. OBLIGACIONES 95

19. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES 96

20. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA..... 98

20.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA 98

20.2 SITUACIÓN DE LA OBRA 98

20.3 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA 99

20.4 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS 99

20.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA 99

21. DEFINICIÓN DE LOS RIESGOS: MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN..... 100

21.1 MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA 100

21.1.1 Descripción de los trabajos..... 100

21.1.2 Riesgos más frecuentes 100

21.1.3 Normas básicas de seguridad 100

21.1.4 Protecciones personales..... 101

21.1.5 Protecciones colectivas 102

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



ÍNDICE DE CONTENIDOS

21.2 MONTAJE DE EQUIPOS..... 102

21.2.1 Descripción de los trabajos..... 102

21.2.2 Movimiento de cargas 102

21.2.2.1 Descripción de los trabajos..... 102

21.2.2.2 Riesgos más frecuentes 103

21.2.2.3 Normas básicas de seguridad 103

21.2.2.4 Protecciones personales..... 103

21.2.2.5 Protecciones colectivas 103

21.2.3 Instalaciones mecánicas: Equipos y canalizaciones..... 103

21.2.3.1 Descripción de los trabajos..... 103

21.2.3.2 Riesgos más frecuentes 104

21.2.3.3 Normas básicas de seguridad 104

21.2.3.4 Protecciones personales..... 104

21.2.3.5 Protecciones colectivas 105

21.2.4 Instalación eléctrica..... 105

21.2.4.1 Descripción de los trabajos..... 105

21.2.4.2 Riesgos más frecuentes 105

21.2.4.3 Normas básicas de seguridad 106

21.2.4.4 Protecciones personales..... 108

21.2.4.5 Protecciones colectivas 108

22. MEDIOS AUXILIARES 109

22.1 PALA EXCAVADORA O TRACTOR 109

22.1.1 Riesgos más frecuentes 109

22.1.2 Normas básicas de seguridad 109

22.1.3 Protecciones personales..... 109

22.1.4 Protecciones colectivas 109

22.2 ESCALERAS DE MANO 110

22.2.1 Descripción 110

22.2.2 Riesgos más frecuentes 110

22.2.3 Normas básicas de seguridad 110

22.2.4 Protecciones personales individuales 110

22.2.5 Protecciones colectivas 111

23. NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS 112

24. INSTALACIÓN DE HIGIENE Y BIENESTAR 113

25. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN 114

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



ÍNDICE DE CONTENIDOS

25.1 PROTECCIONES PERSONALES..... 114

25.2 PROTECCIONES COLECTIVAS..... 114

25.2.1 Vallas autónomas de limitación y protección..... 114

25.2.2 Barandillas 114

25.2.3 Cables de sujeción de cinturones de seguridad y anclajes..... 114

25.2.4 Plataformas de trabajo 114

25.2.5 Escalera de mano..... 115

25.2.6 Extintores..... 115

26. SERVICIOS DE PREVENCIÓN..... 116

26.1 SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD E HIGIENE..... 116

26.2 SERVICIOS MÉDICOS. RECONOCIMIENTOS 116

26.3 BOTIQUÍN 116

27. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 117

28. RECOMENDACIONES FINALES 119

29. PRESUPUESTO DEL PLAN DE SEGURIDAD..... 120

DOCUMENTO IX: PLANOS 121

DOCUMENTO X: ANEXOS..... 122

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA

1. DATOS GENERALES

1.1 IDENTIFICACION DEL PROMOTOR

El autor del encargo es el Ayuntamiento de Abárzuza.

1.2 IDENTIFICACION DE LA EMPRESA REDACTORA

La empresa autora del presente proyecto es MENDIBÁÑEZ S.L. con CIF: E71080014 y con domicilio fiscal en Calle Olite 20, Pamplona.

1.3 AUTOR DEL PROYECTO

El autor del presente PROYECTO TÉCNICO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO es Don JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE ZABALEGUI, con DNI: 44632558-T con una titulación de Ingeniero Industrial (Universidad de Navarra 2003), colegiado nº 908 en COIINA.

1.4 ANTECEDENTES Y NECESIDADES A SATISFACER

Actualmente, pese a tener una instalación de 41,31 kWp y 40kW nominales, el promotor sigue obteniendo gran parte de la energía eléctrica mediante compra a la compañía comercializadora. El promotor dispone de cubiertas técnicamente válidas para realizar otra instalación de módulos fotovoltaicos.

Con la instalación planteada se aumenta el ahorro económico y se contribuye a la reducción de emisiones de CO₂ mediante la implantación de energías renovables, adaptándose a los objetivos del marco europeo de reducción de emisiones. Adicionalmente se trata de un centro con fines educativos, por lo que cabe añadir el componente didáctico y de promoción a la ejecución de este tipo de instalaciones.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



1.5 JUSTIFICACION DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Pese a que actualmente tiene una instalación fotovoltaica de autoconsumo, el promotor tiene un elevado consumo anual en los puntos de consumo de su titularidad, y al tener hueco en la cubierta del frontón donde se ejecutó la primera fase, que se trata de una cubierta técnicamente válida como para realizar otra instalación fotovoltaica, se decide ampliar el uso de las energías renovables para satisfacer mayor parte de sus consumos.

1.6 OBJETO DEL ANTEPROYECTO

Este anteproyecto tiene como objeto definir las condiciones técnicas y económicas para la realización de un sistema de generación de energía eléctrica mediante Energía Solar Fotovoltaica conectada a la red de distribución en baja tensión. Según la normativa "ITC BT-04 Documentación y puesta en servicio de las instalaciones" en su apartado 3.1, hace falta la realización de un proyecto firmado por un técnico competente.

El presente proyecto se compone de Memoria Descriptiva, Memoria Constructiva, Normativa de Aplicación, Pliego de Condiciones y Anexos. Cada parte pretende exponer las obras a ejecutar en relación a la Instalación Solar Fotovoltaica realizada.

1.7 DATOS DEL EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

La instalación fotovoltaica objeto de este proyecto se ubica en la cubierta compartida por el Ayuntamiento y Frontón municipal de Abárzuza, situada en la Plaza de los Fueros, 1, con código postal 31178, perteneciendo al municipio de Abárzuza.

Las coordenadas geográficas del centro de la cubierta son: 42°43' 33,46"N; 2° 1' 18,44"O

Referencia Catastral Ayuntamiento: 310000000002308607JX

Referencia Catastral Frontón: 310000000001604637MY

La cubierta metálica del frontón está realizada con una estructura metálica en sistema SANDWICH "in situ" de doble chapa, prelacada al exterior y galvanizada al interior con aislamiento entre ambas, sobre cerchas de acero apoyadas en pilares de hormigón y metálicos; y en una gran viga cargadero de celosía que se apoya a su vez por un lado sobre los pilares del edificio del ayuntamiento mediante ménsulas metálicas y por otro lado en un gran pilar metálico que completa la estructura portante.

La cubierta a dos aguas (cercha) tiene las siguientes dimensiones:

Longitud total 37,805 m.

Achura total: 11,55 m.

Altura libre de pilares: 12,26 m.

Superficie: 497 m² (incluyendo el vuelo perimetral de 0,6 m).

La estructura metálica, el edificio industrial y la propia cubierta (cubrición) fue suministrada e instalada por la empresa AÑURI S.A. cumpliendo con las normas vigentes de aplicación específica,

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





tanto en lo que se requiere a hipótesis de caga y coeficientes de tensión admisibles, como en lo que concierne a su ejecución y montaje.

Sustentación:

Numero de anclajes:	9
Numero de pilares:	6
Altura libre de pilares	*

* El lateral derecho se apoya en viga cargadero y en el izquierdo sobre muro de obra con pilaretes metálicos suplementarios.

Elementos de cubierta y arriostramiento

Numero de cerchas:	8
Luz de cercha:	11,55+ vuelos
Tipo de correas en cubierta:	zetavor
Material de arriostramiento:	Pilares de cierre, anclajes, 37,8 m.l. de atado perimetral en cabeza de pilares; 1 viga cargadero de 37,805 m con ménsulas de apoyo.

A efectos relativos a la instalación de los paneles se dispone de las 2 aguas de la cubierta conformadas en panel sándwich formado por dos chapas nervadas de 0,6 mm de espesor, la exterior prelacada, la interior galvanizada y manta aislante IBR-80, p.p. de perfiles separadores.

La cubierta tiene una inclinación de 12,41 ° (22%) y sus aguas están orientadas con respecto sur:

- Agua 1: 75º hacia el Oeste, es decir, Azimut + 75º
- Agua 2: 105º hacia el Este, es decir, Azimut – 105º

Como en la primera fase de la instalación se ubicaron los paneles en toda la superficie de la zona denominada “Agua 2”, en esta ampliación se colocarán los módulos fotovoltaicos en el “Agua 1”.

1.8 ESTUDIO GEOTÉCNICO

Las obras a realizar no modifican la cimentación del edificio. No se modifica el terreno circundante ni se interviene en el sistema estructural general. Se considera, por tanto, que no es necesario realizar un Estudio Geotécnico.

1.9 ACCESIBILIDAD

Las obras a realizar no modifican las características del edificio en lo relativo a accesibilidad, ni suponen la creación de ningún tipo de barrera a la accesibilidad en los espacios existentes. Por lo que se considera que no es necesario realizar un estudio de accesibilidad.

DOCUMENTO II: NORMATIVA DE APLICACION

Habilitación
 Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
 Profesional

19/03
 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
 VISADO: 240388



2. NORMATIVA DE LA INSTALACIÓN

2.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS TÉCNICAS

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

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- 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 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y las ITC correspondientes.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto-ley 14/2010 de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011 por el que se establece la regulación del Autoconsumo fotovoltaico o Balance Neto en España.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- RD 390/2021, de 1 de junio, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- RDL 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 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-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



- Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Directiva (UE) 2019/944 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE.
- Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- UNE-HD 60364-7-712:2017: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- Normas particulares de instalaciones de enlace de la compañía eléctrica IBERDROLA.
- Condiciones Técnicas de instalaciones de producción eléctrica conectadas a la red de I-DE redes eléctricas inteligentes MT 3.53.01 Edición 08, de la empresa distribuidora I-DE (Grupo Iberdrola).
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas Municipales.

2.2 CLASIFICACION DE LA MODALIDAD DE AUTOCONSUMO

La normativa para las instalaciones solares fotovoltaicas publicada en el BOE en el Real Decreto-Ley 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Según el RD 244/2019, la instalación pasa a considerarse del tipo - **Modalidad de autoconsumo con excedentes**, las que inyectan energía a la red de transporte y distribución. Bajo esta modalidad existirán dos figuras: (i) “sujeto consumidor” y (ii) “sujeto productor”. Asimismo, la modalidad de autoconsumo con excedente se subdivide en dos categorías:

a) Excedentes acogida a compensación: cuando se cumplan todas las condiciones siguientes: (i) tecnología renovable, (ii) $P \leq 100\text{kW}$, (iii) Si resultase necesario solo se hubiera suscrito un único contrato de suministro para consumo y servicios auxiliares, (iv) el autoconsumidor haya suscrito un contrato de compensación de excedentes y (iv) instalaciones no sujetas a Régimen Retributivo Específico.

b) Excedentes no acogida a compensación: cualquiera que no cumpla todos los requisitos del anterior” o que no quieran acogerse a esa modalidad. En caso de acogerse a la citada modalidad

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





el inversor deberá incluir un sistema antivertido y disponer de los certificados que acrediten el cumplimiento de la UNE referenciada en la norma vigente.

En particular, las instalaciones de suministro con autoconsumo conectadas en baja tensión se ejecutarán de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión”.

Utilizando la clasificación que realiza la propia distribuidora I-DE el tipo de autoconsumo es:

- Autoconsumo individual, con excedentes, compensación y con generación en red interior de un consumidor

2.3 PUNTO DE CONEXION

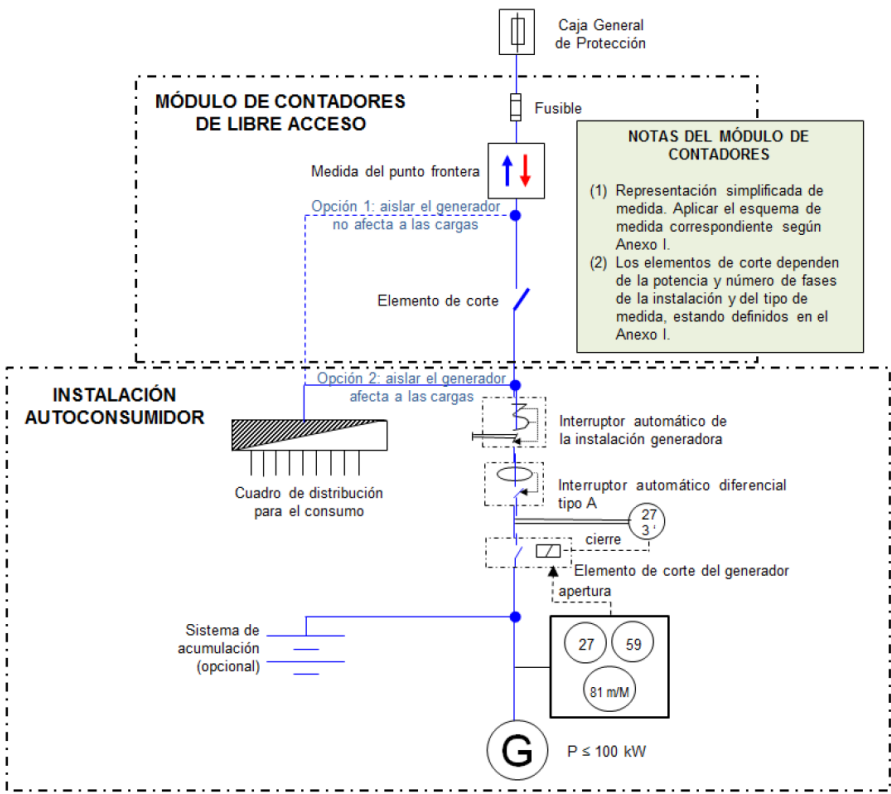
Dado que es una “Instalación de autoconsumo con excedentes de P>15kW” se debe solicitar permisos de acceso y conexión y se estará a lo dispuesto en el informe de la empresa de distribución eléctrica I-DE (Grupo Iberdrola) mediante condicionado técnico-económico.

Las instalaciones de P≤100 kW se acogerán a los procedimientos del RD 1699/2011 y Real Decreto 244/2019.

Actualmente se tiene un permiso de acceso y conexión de 40 kW que habrá que aumentar a 60 kW.

La acometida ya fue ampliada para soportar los 60 kW, por lo que no habrá que hacer modificaciones en la misma.

Unifilar 1: Esquema unifilar típico para instalaciones de autoconsumo con excedentes, en un consumidor de BT.



Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



Para la conexión de una instalación de generación a la red de Baja Tensión de i-DE se aplicará las condiciones técnicas de conexión y funcionamiento recogidas en el Real Decreto 1699/2011 que regula la conexión a red de instalaciones de producción de pequeña potencia, de acuerdo a la interpretación de la GUIA-BT-40.

Los requerimientos de protecciones serán los siguientes:

- **Un elemento de corte general**, descrito en el Anexo I, para proporcionar aislamiento y bloqueo según RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- **Interruptor automático diferencial**: De acuerdo a la modificación introducida por el RD 244/2019 en la ITC-BT-40 deber ser de tipo A. En instalaciones de viviendas, o instalaciones accesibles al público general en zonas residenciales, o análogas será de 30 mA.
- **Interruptor automático de la instalación generadora**: Para protección contra cortocircuitos y sobrecargas.
- **Elemento de corte del generador**: Para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento a la conexión a través de un relé mínima tensión (27) temporizado 3 minutos. Esta función puede ser realizada por el interruptor automático de la conexión.
- **Un Relé de máxima y mínima frecuencia (81)**: ajustado en 51 y 48 Hz con una temporización máxima de 0.5 y mínima de 3 segundos respectivamente
- **Un Relé de máxima tensión (59)**: ajustado a 1,1 Un y 1,15 Un con una temporización máxima de 1,5 y de 0,2 segundos respectivamente.
- **Un Relé de mínima tensión (27)** trifásico ajustado al 0,85 Vn y una temporización máxima de 1,5 segundos (en instalaciones con obligación de cumplir requisitos de comportamiento ante huecos de tensión el tiempo de actuación será igual a 1,5 segundos).
- En generadores trifásicos la tensión a medir será la tensión entre fases y en monofásicos la tensión fase neutro.
- En caso que el equipo generador incorpore las protecciones anteriormente descritas, éstas deberán cumplir los requisitos descritos en la Guía - BT 40, y en este caso no será necesaria la duplicación de las protecciones. Si la protección se hace mediante relés externos, estos pueden situarse aguas arriba del elemento de corte del generador, integrando las funciones de relé de enclavamiento.

G Cualquier tipo de generación. Si la potencia del generador es superior a 15 kW, la conexión será trifásica con un desequilibrio entre fases inferior a 5 kW.

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388

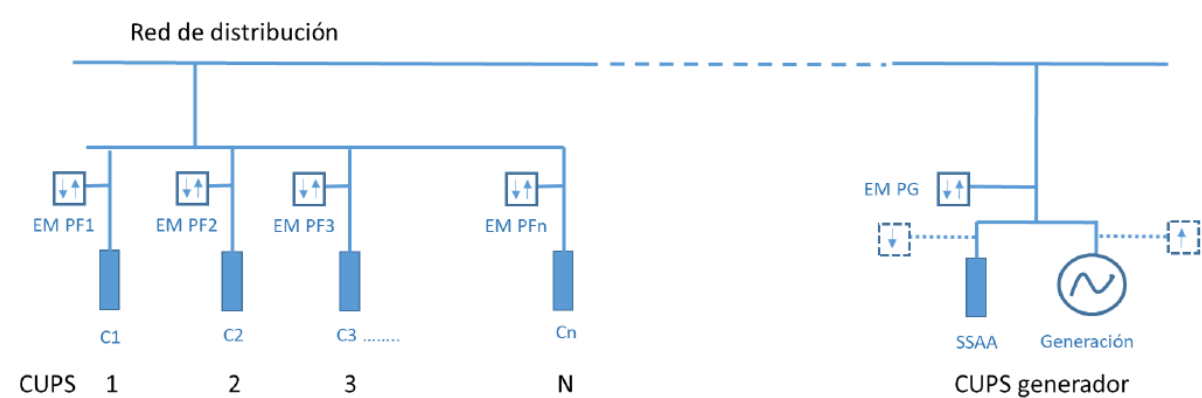


2.4 CONFIGURACION DEL EQUIPO DE MEDIDA

Según el RD 244/2019 que establece con carácter general, todas las modalidades de autoconsumo dispondrán de un equipo de medida bidireccional en el punto frontera (o en cada uno de los puntos frontera) de cada punto de consumo.

En concreto según MT 3.53.01 edición 08 con fecha de mayo del 2021 de la distribuidora I-DE (grupo Iberdrola) en su Anexo I, el esquema de medida de la instalación será:

4.2 Medida en Frontera de cada Cliente (PFx) y Generación Neta (PG)



Notas:

- Se deberá disponer de un equipo de medida en la frontera de cada cliente y de un EM que registre la generación neta
- Con carácter potestativo, se podrá sustituir el EM de energía de generación neta por un equipo que mida la energía bruta generada y otro que mida el consumo de SSAA (equipos representados con trazo discontinuo)

En la primera fase de la instalación se colocó de forma correcta el equipo de medida bidireccional en el punto frontera.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación

Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



DOCUMENTO III: MEMORIA CONSTRUCTIVA

3. RESUMEN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EXISTENTE

La instalación fotovoltaica existente se ejecutó en el primer trimestre del año 2020. Consta de una potencia pico de 41,31 kWp y de una potencia nominal de 40 kW.

A continuación, se resumen los principales elementos que componen la instalación fotovoltaica existente.

3.1 MODULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos solares utilizados son de silicio monocristalino, de la marca JINKO, modelo JKM405M-72H.

Las características de cada módulo, en condiciones estándar de prueba 1000 W/m², 25 °C, AM 1.5, son las siguientes:

Parámetro	Nominal
Máxima potencia de salida	405 W
Dimensiones (mm)	2.008 mm h (alto) 1.002 mm w (ancho) 40 mm f (fondo)
Peso	22,5 kg
Tensión con potencia máxima de salida	42,0 V
Intensidad con máxima potencia de salida	9,65 A
Tensión en circuito abierto	50,1 V
Intensidad de cortocircuito	10,48 A

Los módulos cumplen las normativas IEC 61215, UNE-EN 61215 y están cualificados por una entidad u organismo reconocido.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



3.2 ESTRUCTURA SOPORTE

Los paneles solares tienen una orientación fija -105º acimut y atornillados a la estructura coplanar a la cubierta. La cubierta tiene una inclinación de 12,41 º (22%), por lo que esta es la inclinación de los módulos.

La estructura soporte presenta un sistema de anclaje coplanar básico. Este sistema utiliza 2 perfiles ranurados porta módulos transversales para sujetar una fila de módulos. Los módulos se encuentran anclados a los perfiles mediante piezas de fijación centrales y laterales. Los perfiles portamódulos están fijados a las correas de la estructura de la cubierta en las crestas de la chapa nervada y atornillados con tornillería autotaladrante.

3.3 DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS

Los módulos, al colocarse coplanar a la cubierta, están separados dos centímetros unos de otros en ambos ejes. Dado que todos los módulos están en el mismo plano, no existe posibilidad de que proyecten sombreado entre ellos. Así, el sistema de generación está compuesto por:

Cubierta	Superficie ocupada m²	Filas	Módulos por fila	Total módulos	Potencia módulo	Pot. Instalada W
Agua Este	205,68	6	17	102	405	41.310

Resulta una potencia de pico instalada de 41.310 W.

3.4 INVERSORES

Realizan la conversión de la corriente continua proporcionada por el sistema de paneles en energía alterna 50 Hz para su vertido a la red.

Los inversores de la primera fase son dos unidades INGECON SUN 20TL M, con potencia nominal de 20,0 kW cada uno; lo que se traduce en una potencia nominal total de la instalación 40,0 kW.

A cada inversor se le conectan 51 módulos (20,655 kWp, con 3 strings de 17 módulos, respectivamente).

Los inversores, cuentan con las siguientes características:

	INGECON SUN 20TL M
DATOS DE ENTRADA	
Potencia Máxima de CC	26,80 kW
Rango de tensión MPP	200 - 820 Vdc

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



Tensión máxima	1.000 V
Corriente máxima	30 / 20 A
MPPT	2
DATOS DE SALIDA	
Potencia nominal CA	20 kW
Máxima Tª a potencia nominal	55ºC
Corriente máxima	29 A
Tensión nominal	400 V
Rango de tensión	187 – 528 V
Frecuencia nominal	50/60 Hz
Tipo de red	TT / TN
Factor de Potencia	1
Factor de Potencia ajustable	Sí. Smáx=20 kVA; Qmax=20 kVAR
THD	<3%
RENDIMIENTO	
Máximo rendimiento	98,5%
Rendimiento europeo	98,3%
DATOS GENERALES	
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada
Caudal de aire	200 m³/h
Consumo en stand-by	10 W
Consumo nocturno	1 W
Temperatura de funcionamiento	-25ºC a 65 ºC
Humedad relativa (sin condensación)	0 – 100%

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



Grado de protección	IP65
Marcado	CE
Dimensiones (mm) (alto x ancho x profundidad)	735 x 706 x 268
Peso	57,8 kg

3.5 CABLEADO

Todo el cableado de continua es del tipo H1Z2Z2-K, tiene una sección de 4 mm², libre de halógenos, de cobre, 1,5 kV de tensión de aislamiento y de clase 5 flexible.

El cableado de alterna desde los inversores hasta el cuadro general de protección es del tipo LHA RZ1-K(AS), con una sección de 16 mm², de cobre, tipo de aislamiento XLPE, con una tensión de aislamiento 0,6/1kV y de clase 5, flexible.

El cableado de alterna desde el cuadro general de protección hasta la acometida es del tipo LHA RZ1-K(AS), con una sección de 50 mm², de cobre, tipo de aislamiento XLPE, con una tensión de aislamiento 0,6/1kV y de clase 5, flexible.

3.6 CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN

El cuadro general de protección es un armario de poliéster de 600x500x230mm, con puerta opaca y grado de protección IP66. El cuadro está preparado para proteger 4 inversores de 20 kW e incluye:

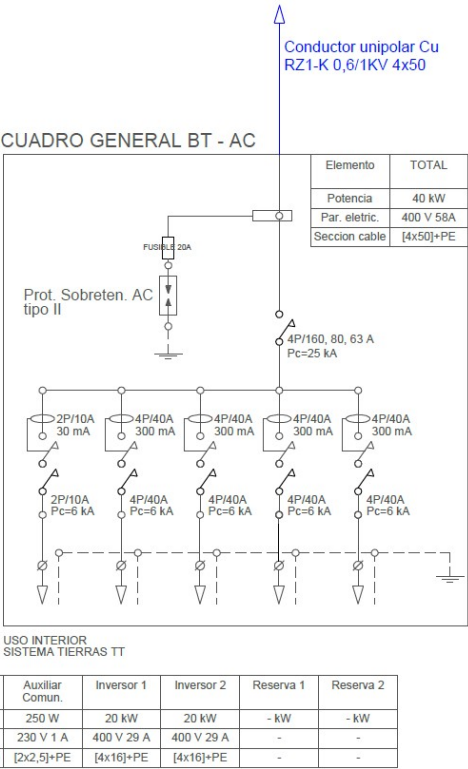
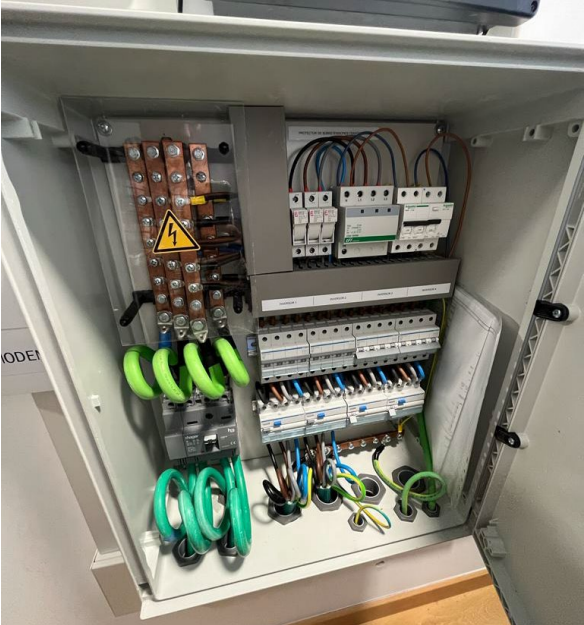
- Un interruptor general automático 4x160 A con poder de corte 25 kA
- Cuatro interruptores automáticos 4x40 A con poder de corte 6 kA
- Cuatro interruptores diferenciales 4x40 A / 300 mA clase A
- Protector de sobretensiones transitorias tipo 2

Es decir, el cuadro de protecciones está preparado para cuatro inversores, pero tiene conectados únicamente dos, tal y como se muestra en las siguientes imágenes:

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



3.7 RECINTO PARA EQUIPOS

Los inversores y el cuadro general de baja tensión se ubican en el edificio del Ayuntamiento de Abárzuza existente en la planta 3 (una por debajo de cubierta). Los equipos se encuentran anclados directamente a la pared, con espacio suficiente para su correcta ventilación y manipulación por mantenimiento.

El recinto dispone de cuadro con toma de corriente, alumbrado y ventilación suficiente.

Alberga los inversores, cuadro general de baja tensión (CGBT) y los equipos de monitorización y comunicaciones.

El cuadro de protección y medida (CPM), tal y cómo se define en el condicionado técnico-económico de la distribuidora, está ubicado en el exterior en la pared del frontón.

Existe un panel informativo colocado en la planta baja del edificio.

3.8 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)

El cuadro de Protección y Medida dispone de:

- un elemento de corte mediante seccionador
- elementos de protección general mediante fusibles de un calibre de 400A
- contador de medida bidireccional
- Cableado de comunicaciones para la telemedida del contador

Habitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



Según lo indicado por el promotor y en previsión de una posible ampliación de la instalación solar fotovoltaica, se distribuidora instaló un cuadro de Protección y medida preparado para la instalación de contadores de medida indirecta para la posible ampliación de la instalación en el futuro.



3.9 CONCLUSIONES

En el planteamiento de esta primera instalación, se conocía la intención de una posible ampliación fotovoltaica en el mismo punto de consumo, por ello, se tuvieron las siguientes consideraciones:

- Aprovechamiento del espacio en la colocación de los módulos fotovoltaicos, dejando libre un agua de la cubierta del frontón.
- Aumento en la sección del cableado de baja tensión desde el cuadro de baja tensión hasta la acometida, no teniendo que realizar modificaciones en la misma para la ampliación.

Sin embargo, sí que existen modificaciones necesarias en la actual instalación a causa de la ampliación de la misma:

Permisos de acceso y conexión:

Actualmente el permiso de acceso y conexión con la distribuidora es de 40 kW. Este permiso se va a tener que aumentar a 60 kW tras la ampliación.

Inversores híbridos:

Actualmente existen dos inversores de 20 kW. Estos van a tener que ser sustituidos por inversores híbridos debido al sistema de almacenamiento que se va a incluir en la instalación.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





Por lo tanto, habrá que quitar los dos inversores INGTEAM de 20 kW que están actualmente instalados y se deberán poner 3 nuevos inversores híbridos.

4. ELEMENTOS DE AMPLIACIÓN DE LA INSTALCIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

4.1 CARATERISTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN

En adelante se establecen las características que habrá de reunir la instalación de la planta fotovoltaica objeto del presente proyecto de forma que se indican las características de materiales elegidos y que servirán de base para la licitación de la obra y materiales a suministrar para la ejecución de la misma.

De esta manera, se definen las prestaciones y características de la instalación en todo su conjunto y en particular para cada componente, garantizándose unas eficiencias mínimas, un correcto encaje y adecuación de la instalación en cuestión a las características y limitaciones que presenta la cubierta de la edificación en la que se pretende ubicar.

Los principales parámetros condicionantes de diseño y que han sido revisados en la propuesta técnica han sido los siguientes:

- Superficies máximas disponibles a ocupar por los paneles.
- Potencia nominal total del inversor.
- Dimensiones, altura y peso de los paneles (dentro de los márgenes establecidos).
- Rendimiento y eficiencia de los sistemas (de mínimos).
- Balance energético y producción anual (a maximizar).

En los apartados que siguen se indican los valores nominales de los diferentes parámetros que han servido de base para el diseño y cálculo de la instalación.

Cuando una magnitud, característica o prestación sea un factor condicionante se explicitarán los márgenes a los que habrá de ceñirse el elemento constituyente o la instalación en su conjunto.

Los inversores, así como el resto de elementos de monitorización, maniobra y protección de la instalación, se alojarán en el cuarto de inversores, a nivel de una planta por debajo de cubierta, y en la sala de aire acondicionado, junto a los inversores de la fase 1.

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



4.2 **MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**

Es el elemento principal de la instalación fotovoltaica y tiene una vida útil de hasta 30 años. Por lo tanto, es prioritario fijar unos criterios técnicos para la elección del fabricante y modelo adecuado para la instalación del proyecto.

En estos últimos años se han producido importantes avances en la fabricación de los módulos fotovoltaicos y por ello es necesario incluir en el proyecto módulos fotovoltaicos actualizados tecnológicamente. Además, estos avances redundan en una mayor producción y fiabilidad de la instalación. Adicionalmente y para preservar la garantía de producto y de producción, minimizando el riesgo de que la empresa que fabrica los módulos solares no exista en el futuro, se recomienda por parte de entidades financieras y de seguros fabricantes bancables, mediante su inclusión en el listado Tier 1 de Bloomberg o seleccionar los fabricantes top 10 a nivel mundial. En este caso hemos elegido la Lista de Bloomberg¹.

Por lo tanto, los criterios técnicos que tiene que cumplir el módulo fotovoltaico son:

- ✓ Utilizar tecnología de silicio monocristalino con eficiencia mayor al 20%.
- ✓ “Half cell” para minimizar el impacto de las sombras
- ✓ Bajo coeficiente de perdida de potencia por la temperatura <= a 0.34%/°C
- ✓ Garantía del producto al menos 12 años
- ✓ Garantía de producción lineal durante al menos 25 años y no superior a 0.55% por año y el primer año no superior al 2%
- ✓ Fabricantes dentro del top 10 de fabricación en el año 2023¹

Cumpliendo todos estos requisitos se ha seleccionado un módulo del fabricante Trina Solar y modelo TSM-DE17M(II) de 450 Wp

Las características de cada módulo, en condiciones estándar de prueba 1000 W/m², 25 °C, AM 1.5, son las siguientes:

Parámetro	Nominal
Máxima potencia de salida	450 W
Dimensiones (mm)	2.102 mm h (alto) 1.040 mm w (ancho) 35 mm f (fondo)
Peso	24,0 kg

¹Trina Solar está incluida en dicha lista.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
 VISADO: 240388



Tensión con potencia máxima de salida	41,0 V
Intensidad con máxima potencia de salida	10,98 A
Tensión en circuito abierto	49,6 V
Intensidad de cortocircuito	11,53 A

Los módulos cumplirán las normativas IEC 61215, UNE-EN 61215 y estarán cualificados por una entidad u organismo reconocido.

En el Pliego de Condiciones Técnicas se señalan las características constructivas y de funcionamiento que habrá de reunir este material.

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE



4.3 ESTRUCTURA SOPORTE

Los paneles solares mantendrán una orientación fija +75º acimut (alineación de cubierta: agua libre) y se sujetarán atornillados a la estructura prevista de forma coplanar a la cubierta. La cubierta tiene una inclinación de 12,41º (22%), por lo que esa será la inclinación de los módulos.

La estructura soporte será presentará un sistema de anclaje coplanar básico. Este sistema utiliza 2 perfiles ranurados porta módulos transversales para sujetar una fila de módulos. Los módulos se anclan a los perfiles mediante piezas de fijación centrales y laterales y se montan perpendicularmente. Los perfiles portamódulos se fijan a las correas de la estructura de la cubierta en las crestas de la chapa nervada y se atornillan con los elementos de anclaje definidos al efecto (tornillería autotaladrante).

El dimensionado de los elementos portantes de las instalaciones fotovoltaicas se instruirá según el Código Técnico de la Edificación DB-SE-AE, considerando tanto las hipótesis de cargas permanentes debidas al peso propio de los elementos, como las hipótesis de nieve y viento para la zona geográfica donde se emplaza la instalación.

En el documento IV, apartado 11 “Cálculos estructurales” se detallan las características de las estructuras de sustentación de los paneles a ubicar sobre la cubierta de la edificación, la sobrecarga de uso que supone la propia instalación sobre la misma, así como otras consideraciones a tener en cuenta para la ejecución de dicha parte de la instalación.

Los cálculos estáticos del sistema de fijación de los paneles deberán justificarse suficientemente por el fabricante proveedor de dicha parte de la estructura de sustentación.

4.4 DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS

A efectos de preservar la eficiencia de la solución técnica adoptada la disposición de los módulos sobre la cubierta deberá cumplir los siguientes criterios:

Huella

Los módulos deberán emplazarse en todo caso en el interior del perímetro que se recoge en planos, fuera de la zona de sombras (proyecciones edificios colindantes), como se señala en planos.

Inclinación de los módulos con respecto a la horizontal

Los módulos se dispondrán con de forma coplanar a la cubierta, sin inclinación relativa respecto a ésta.

Distancia entre filas de módulos

Los módulos estarán separados 2 cm. unos de otros tanto en ambos ejes. Dado que todos los módulos están en el mismo plano no hay posibilidad de proyectar sombras entre ellos reduciendo la separación entre módulos a la mínima distancia exigida por la morfología de la estructura.

Con estos parámetros el sistema de generación estaría compuesto por:

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



Cubierta	Superficie ocupada m ²	Filas	Módulos por fila	Total módulos	Potencia módulo	Pot. Instalada Wp
Agua Oeste	146	5	14	70	450	31.500

Resulta una potencia pico instalada de 31.500 W.

Para mayor detalle ver disposición de paneles en plano P02. Distribución Módulos Fotovoltaicos.

4.5 INVERSOR

Realizan la conversión de la corriente continua proporcionada por el sistema de módulos fotovoltaicos en energía alterna 50 Hz para su vertido a la red.

El inversor será trifásico multi-string y deberá incorporar los elementos necesarios para la detección de defecto a tierra, las protecciones de tensión y frecuencia, y la función de desconexión-conexión automática en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, de forma que se evite el funcionamiento en isla de la instalación.

El número de cadenas y número de módulos por cadena a conectar al inversor se realizará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, de manera que se procurará que los puntos de operación y rendimientos sean óptimos y acordes en cualquier caso a las recomendaciones y límites que fije el fabricante para el inversor en cuestión.

El inversor estará homologado y sus características se ajustarán a lo establecido en el Pliego de Condiciones. Además, la configuración elegida y las prestaciones mínimas del inversor deberá cumplir lo siguiente:

- Rendimiento mínimo 97%.
- Coeficiente de distorsión no lineal según normativa.
- Factor de potencia >0,98.
- Autoconsumo < 5W.
- Gama de temperatura de operación -20°C a +60°C.
- Humedad ambiente hasta 95%.
- Capacidad de monitorización (Interface para datos, interface para sensores ambientales, sistema de alarma).
- Potencia de pico instalada por inversor dentro de las recomendaciones del fabricante.

Debido a la implementación de un sistema de almacenamiento, se sustituyen los dos inversores existentes y se escogen 3 inversores GOODWE GW20K-ET, con potencia nominal de 20 kW; lo que se traduce en una potencia nominal total de la instalación de 60 kW.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



Igualmente se podrá escoger un inversor con las mismas características al propuesto, siempre que no se varíe la potencia nominal ni se modifiquen en más de un 20% las consideraciones dimensionales y de peso (incremento, para este último parámetro).

Los inversores disponen de 2 MPPTs con dos entradas por MPPT. En los inversores conectaríamos los paneles correspondientes a la fase 1 y a la ampliación. La distribución de las series será la siguiente:

Nº INVERSOR	MPPT	SERIE	MARCA DEL PANEL	Nº DE PANELES	POTENCIA DEL PANEL (Wp)	POTENCIA TOTAL (Wp)
INVERSOR 1	MPPT 1	Serie 1	Jinko Solar	17	405	6885
		Serie 2	Jinko Solar	17	405	6885
	MPPT 2	Serie 3	Jinko Solar	17	405	6885
		Serie 4	Jinko Solar	17	405	6885
	POTENCIA PICO TOTAL INVERSOR 1					27540
INVERSOR 2	MPPT 1	Serie 1	Jinko Solar	17	405	6885
		Serie 2	Jinko Solar	17	405	6885
	MPPT 2	Serie 3	Trina Solar	11	450	4950
		Serie 4	Trina Solar	11	450	4950
	POTENCIA PICO TOTAL INVERSOR 2					23670
INVERSOR 3	MPPT 1	Serie 1	Trina Solar	12	450	5400
		Serie 2	Trina Solar	12	450	5400
	MPPT 2	Serie 3	Trina Solar	12	450	5400
		Serie 4	Trina Solar	12	450	5400
	POTENCIA PICO TOTAL INVERSOR 3					21600
POTENCIA TOTAL INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA (INICIAL + AMPLIACIÓN)						72810

La potencia total del inversor, referida en adelante como potencia nominal de instalación y considerada a efectos de cálculo de la energía entregada a la red, será de 60 kW.

El inversor seleccionado, cuenta con las siguientes características:

	GOODWE GW20K-ET
DATOS DE ENTRADA DE BATERÍA	
Tipo de batería	Ion de litio
Voltaje nominal de la batería (V)	500
Rango de voltaje de la batería (V)	200 – 800
Tensión de arranque (V)	180

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388

COIINA



Nº de entradas de batería	1
Máx. corriente continua de carga (A)	50
Máx. corriente continua de descarga (A)	50
Máx. potencia de carga (W)	20000
Máx. potencia de descarga (W)	20000
DATOS DE ENTRADA FOTOVOLTAICA	
Más. Tensión de entrada (V)	1000
Rango de tensión MPPT de	200 - 850
Tensión de arranque (V)	200
Tensión nominal de entrada (V)	620
Máx. corriente de entrada por MPPT (A)	30
Máx. corriente de ccto por MPPT (A)	38
Número de MPPT	2
Número de series FV por MPPT	2 / 2
DATOS DE SALIDA	
Potencia nominal de salida (W)	20000
Potencia nominal aparente a la red (VA)	20000
Máx. potencia aparente a red (VA)	22000
Máx. potencia aparente desde la red	20000
Tensión nominal de salida (V)	380 / 400, 3L / N / PE
Rango de tensión de salida (V)	0 – 300
Frecuencia nominal de red (Hz)	50 / 60
Rango de frecuencia de red (Hz)	45 – 65
Máx. corriente de salida a red (A)	31,9
Máx. corriente desde la red (A)	29,0
Factor de potencia	0,8 cap. – 0,8 ind.

Habilitación

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Profesional

19/03

2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388

COIINVA



Máx. distorsión armónica total	< 3%
EFICIENCIA	
Máx. eficiencia	98,0%
Eficiencia europea	97,5%
Máx. eficiencia de batería a red	97,5%
Eficiencia MPPT	99,9%
DATOS GENERALES	
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada inteligente
Altitud de operación máxima (m)	4000
Consumo nocturno (W)	≤ 15
Temperatura de funcionamiento (°C)	-35 a 60
Humedad relativa	0 – 95%
Emisión de ruido (dB)	< 45
Grado de protección	IP66
Display	LED, WLAN + APP
Comunicación	RS485 / CAN
Dimensiones (mm) (alto x ancho x profundidad)	660 x 520 x 220
Peso	48 kg

4.6

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



4.7 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

El sistema de almacenamiento estará compuesto baterías de litio, del fabricante BYD modelo B-Box HVS Premium.

A cada inversor se le conectará una torre de 5 módulos de baterías de 2,56 kWh conectados en serie. Con lo cual, cada inversor tendrá un sistema de almacenamiento de 12,8 kWh.

Dado que se dispone de tres inversores la capacidad total del almacenamiento de las baterías de la instalación será de 38,4 kWh.

Las baterías seleccionadas, cuenta con las siguientes características:

BYD BATTERY-BOX PREMIUM HVS 12.8	
Módulo	HVS (2.56 kWh, 102.4 V, 38 kg)
Número de módulos	5
Energía utilizable	1.8 kWh
Máx. corriente de salida	25 A
Corriente de salida pico	50 A, 5 s
Voltaje nominal	512 V
Voltaje operativo	400 – 600 V
Dimensiones (H/W/D)	1411 x 585 x 298 mm
Peso	205 kg
Temperatura operativa	-10°C a +50°C
Tecnología de Celda	Litio Fosfato de Hierro (libre de Cobalto)
Comunicación	CAN / RS485
Protección IP	IP55
Eficiencia Ida/Vuelta	≥ 96%
Certificados	VDE2510-50 / IEC62619 / CEC / CE / UN38.3
Aplicaciones	ON Grid / ON Grid + Backup / OFF Grid
Garantía	10 años

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



COIINA



4.8 MONITORIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se dispondrá de un sistema de monitorización de los parámetros principales de la instalación, con al menos las siguientes funcionalidades:

Datos Eléctricos (habrá que actualizarlos con los nuevos inversores):

- Tarjeta de monitorización del inversor, acorde con el fabricante.
- Parámetros de estado de cada una de las series de la instalación a través del propio inversor
- Parámetros eléctricos del inversor: potencia, voltajes, corrientes, etc.

Registrador de Datos:

- Está integrado en los propios inversores

Contador eléctrico:

- Dispondrá de comunicaciones PRIME para permitir telemedida del equipo por parte de la distribuidora, en este caso I-DE (Grupo Iberdrola)

Panel informativo:

- La instalación dispondrá de un panel informativo (mediante pantalla LED interior de uso profesional con uso 16 horas 7 días a la semana de al menos 43 pulgadas) con PC industrial incluido. (Existe actualmente).
- Dispondrá de software para (existe en la actualidad, habrá que reconfigurarlo):
 - Mostrar información en tiempo real de la instalación fotovoltaica, al menos la siguiente información: potencia instalada, producción diaria acumulada, producción total y emisiones no vertidas de CO₂
 - Portal web público con información en tiempo real e históricos de la instalación fotovoltaica
 - Portal web restringido con datos de producción y alarmas para el personal de mantenimiento

Conectividad a red:

- Modem 4G y router.

Se habilitará una línea 4G (o solución de conectividad similar) para el acceso remoto y monitorización del correcto funcionamiento y rendimiento de la planta.

Estos equipos serán plenamente compatibles con el inversor y se dispondrán de buses de comunicaciones que permitan total consulta desde la red y/o internet.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



4.9 RECINTO PARA EQUIPOS

Los inversores nuevos y las baterías de almacenamiento se ubicarán en el lugar donde se encuentran actualmente los dos inversores de la primera fase: en el edificio del Ayuntamiento de Abárzuza existente en la planta 3 (una por debajo de cubierta). Los equipos podrán emplazarse directamente sobre la pared, con espacio suficiente para su correcta ventilación y manipulación por mantenimiento.

El recinto dispone de cuadro con toma de corriente, alumbrado y ventilación suficiente.

Albergará los inversores, cuadro general de baja tensión (CGBT), baterías de almacenamiento y los equipos de monitorización y comunicaciones.

4.10 INSTALACIÓN DE CONEXIÓN A RED

4.10.1 General

La instalación de generación fotovoltaica compartirá el mismo punto de interconexión que ya existe actualmente (CUPS: ES0021000040388617RQ)

La conexión, desde el cuadro general de baja tensión fotovoltaica hasta la acometida, está actualmente realizado mediante cable tipo RZ1 (AS) 1x50 Cu de 50 mm².

4.10.2 Tensión de servicio

La red se explota en baja tensión con corriente alterna trifásica de 50 Hz y neutro conectado a tierra, con esquema de distribución TT. La tensión nominal es de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

4.10.3 Cableado

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

Según la ITC BT-40 en su punto 5 expone “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.” Según esta misma norma ITC BT-40 la instalación se corresponde con el esquema 3 y en el apartado “4.A.3 Equivalencia entre las partes que constituyen las instalaciones receptoras y las generadoras” se denomina “13 Equipo generador inversor (GEN)”. Por tanto, desde el sistema inversor hasta el punto de conexión con la instalación interior se determinan unas pérdidas que no pueden superar el 1,5%.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





Para la parte de DC que va desde los módulos fotovoltaicos hasta el sistema inversor se aplica la ITC BT-19 que en su apartado “2.2.2 Sección de los conductores. Caídas de tensión” dentro de este apartado se especifica que: “La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las instrucciones particulares, menor del 3% de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos.” En nuestro caso somos lo que se considera una instalación interior por lo que en el total de la instalación no se deben superar pérdidas del 3%.

En base a lo expuesto anteriormente se determina una perdida no superior del 3% para toda la instalación siendo el máximo de 1,5% en el tramo entre el sistema captador de módulos fotovoltaicos y el sistema inversor y otro 1,5% entre el sistema inversor y el punto de conexión con la instalación interior.

Además, como se indica anteriormente en el punto 5 de la ITC BT-40 se debe tener en cuenta que “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador”. Este criterio se aplica a todo el cableado de la instalación.

Los conductores usados serán aislados y unipolares/multipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. En el caso de la derivación individual, se usarán cables no propagadores de incendio, con emisiones de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes las de la norma UNE 21123 parte 4 o 5, cumplen con estas prescripciones.

4.10.4 Canalizaciones

En la instalación de este proyecto, existen tres tramos de canalizaciones diferenciados:

- 1. Zona exterior, canalización de intemperie desde los módulos fotovoltaicos hasta el punto donde el cableado entra en el interior del edificio.
- 2. Bajantes, canalización que hace el paso entre la zona exterior y la zona interior.
- 3. Zona interior, canalización que va por el interior del edificio desde el inversor hasta Cuadro General BT fotovoltaico.

Para la canalización de la zona exterior, le es de aplicación la ITC-BT-30 punto “2. Instalaciones en locales mojados” al estar a la intemperie y producirse precipitaciones en la zona geográfica que se encuentra la instalación; se emplea bandeja metálica de rejilla, resistente a la corrosión, y según se indica en este punto, el cometido es el soporte y conducción de cables y no realizan una función de protección, por tanto, se empleará un conductor apropiado mediante cable solar. Esta canalización se dedicará a la interconexión de los módulos hasta el sistema inversor o generador.

En los tramos interiores de la instalación, se empleará canal protector superficial con tapa exterior y le será de aplicación la ITC-BT-21 punto “2. Canales protectoras”. Esta canalización envuelve el cableado que se emplea para conectar los elementos del inversor al Cuadro General de Baja Tensión fotovoltaica y de este punto a la acometida.

Tanto para las bajantes como para las conexiones entre las naves de este proyecto, se empleará canal protectora superficial de tapa exterior. Esta canalización discurrirá sobre superficie. Las

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
 VISADO: 240388



bajantes se emplearán, por tanto, para unir los tramos a distintas alturas de nave a superficie y también se empleará para conectar los módulos fotovoltaicos con el inversor. En la parte superior de las bajantes se instalará un denominado cuello de cisne, para evitar filtraciones por agua en la canalización.

4.10.5 Protecciones

La instalación está protegida contra sobretensiones transitorias según lo establecido en la ITC-BT-23 como instalación fija de categoría II o IV en función de su ubicación. Se han seguido los criterios indicados en la misma norma.

En cuanto a las protecciones, al tratarse de una instalación generadora de baja tensión, se aplican las establecidas en la ITC-BT 40. Sin embargo, las protecciones instaladas son las recogidas en el RD 1699/2011 por ser equivalentes a las anteriormente referidas y ser más restrictivas.

De forma detallada, se muestra el resumen de las Protecciones instaladas en cada tramo de la instalación eléctrica de la planta fotovoltaica:

Inversor:

- Varistores conectados a tierra del lado de la red (protección ante sobrecargas). - Según el punto 7 de la ITC-BT 40, el inversor cuenta con las protecciones de máxima y mínima frecuencia y las de máxima y mínima tensión entre fases, tal y como se indica posteriormente.
- Detección de isla de acuerdo al punto 7 de la ITC-BT-40, de acuerdo con la norma UNE 206006IN.
- Interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos.
- Interruptor de circuito por falla de arco (ICFA) de acuerdo con la Sección 690.11 del Código Eléctrico Nacional.

Cuadro General Baja Tensión (CGBT):

- Interruptor Automático Diferencial
- Interruptor magnetotérmico general / inversor
- Protección contra sobretensiones tipo II
- Interruptor magnético y diferencial para consumos auxiliares donde se instale el panel informativo + PC + Modem/Router

Cuadro de Protección y Medida (CMP):

- Interruptor general de maniobra (IGM) mediante seccionador
- Fusibles de seguridad

Las protecciones tendrán las características indicas en el artículo 14 del RD1699/2011 y las modificaciones posteriores según RD 413/2014 y RD 647/2020.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
 VISADO: 240388



Además, tal y como se indica en el artículo 14 apartado 4, si el inversor incorpora protecciones indicadas en el apartado 4, no será necesario duplicar las protecciones.

Especificadas estas protecciones nos aseguramos del completo cumplimiento de la normativa aplicable, la ITC-BT-40.

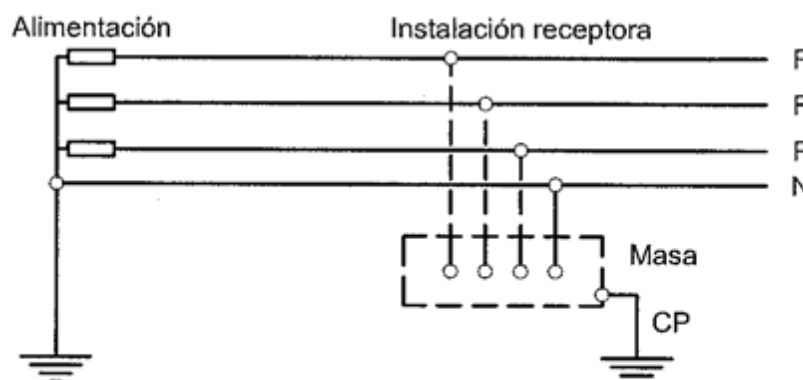
Así mismo se cumple con los requerimientos de la norma de la distribuidora en concreto la MT 3.53.01 (19-11) incluyéndose en el inversor las siguientes protecciones:

- Elemento de corte automático de la instalación generadora
- Relé de máxima y mínima frecuencia (81)
- Relé de máxima tensión (59)
- Relé de mínima tensión (27)
- Sistema de detección de funcionamiento en isla

4.10.5.1 Descripción de los sistemas de protección contra contactos indirectos

La instalación se protegerá contra contactos indirectos mediante la puesta a tierra de las masas conductoras y la instalación de interruptores diferenciales de corriente de 30 mA y 300 mA de sensibilidad de acuerdo con la instrucción ITC-BT-18 y la ITC BT-24.

En esta instalación se instalará una protección por corte automático de la alimentación de Esquema tipo TT.



La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, 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 de corriente alterna en condiciones normales y 24V 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.

Se cumplirá la siguiente condición:



$$R_a \times I_a < U$$

Dónde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a 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 (24 o 50V).

Por tanto, contando con una tensión de contacto límite de 24 V, el valor de las resistencias de la toma de tierra no será superior a 80 ohmios.

4.10.5.2 Descripción de los sistemas de protección contra contactos directos

Para establecer los elementos y acciones a tomar destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos, se han seguido las indicaciones reflejadas en el punto 3 de la ITC-BT-24 y en la norma UNE 20.460-4-41 donde se establecen las siguientes condiciones a cumplir:

- Protección por aislamiento de las partes activas:
 - o Las partes activas están recubiertas de un aislamiento que no puede ser eliminado más que destruyéndolo.
- Protección por medio de barreras o envoltentes:
 - o Lo descrito a continuación corresponde con lo establecido en el punto 3.2. de la ITC-BT-24.
 - o Las partes activas están situadas en el interior de las envoltentes o detrás de barreras que poseen como mínimo el grado de protección IP XXB.
 - o Las superficies interiores de las barreras o envoltentes horizontales que son fácilmente accesibles, responden como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.
 - o Las barreras o envoltentes se fijan de manera segura y de robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos teniendo en cuenta las influencias externas.
 - o Cuando sea necesario abrir las envoltentes instaladas sólo será posible con la ayuda de una llave o de una herramienta.
- Protección por medio de obstáculos (no aplica en nuestro proyecto).
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento (no aplica en nuestro proyecto).
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





4.10.6 Puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en las normas ITC BT 18 e ITC BT-40, sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, están conectadas a una única tierra. Esta tierra es independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

Tal como indica la ITC-BT-40, se empleará la tierra del mismo edificio dónde se situará la Instalación Fotovoltaica: Frontón municipal de Abárzuza, y los cálculos de dimensionamiento de la sección utilizada para los diferentes tramos de los conductores a tierra, se desarrollan en este proyecto.

Los materiales instalados aseguran lo establecido en el punto 3 de la ITC-BT-18 que dispone:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
 - La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

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

- Barras, tubos.
- Pletinas, conductores desnudos.
- Placas: anillos, mallas metálicas; constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones; armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas; otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

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

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

Los conductores de tierra cumplirán las prescripciones de la siguiente tabla cuando estén enterrados:

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envoltente		

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se extremará el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Se cuidará, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

En la instalación de puesta a tierra se preverá un borne principal de tierra, al cual se unen los conductores siguientes:

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

También se preverá sobre los conductores de tierra y en un lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra instalada, cumpliendo el punto 3.3. de la ITC-BT-18.

El electrodo se dimensiona de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no será superior al valor especificado para ella.

Según el punto 9 de la ITC-BT-18, este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

Los cálculos necesarios para este dimensionado están reflejados en las tablas 3, 4 y 5 del punto 9 de la ITC-BT-18.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores de fase (mm ²)	Sección Conductor Protección (mm ²)
$S_f < 16$	$S_p = S_f$
$16 < S_f < 35$	$S_p = 16$

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





$S_f > 35$	$S_p = S_f / 2$
------------	-----------------

Los conductores de protección están convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones están accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de rellenos o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Estarán constituidos por conductores aislados HO7V – R/U/K de 750 V de tensión nominal de color amarillo-verde. De un modo general el tendido de estos conductores (protección, derivación, línea principal de tierra) se efectuará de modo que su recorrido sea el más corto posible, acompañando a los conductores activos correspondientes, sin cambios bruscos de dirección y sin conectarse a ningún aparato de protección, garantizando en todo momento su continuidad. Se verifica que las masas de la instalación, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Tal como está reflejado en el punto 12 de la ITC-BT-18, la instalación de puesta a tierra será revisada por el Director de Obra o el Instalador, antes de dar el alta para su puesta en marcha. También, se realizará una comprobación anual, cuando el terreno esté más seco, por personal técnicamente competente. Y cada cinco años, donde la conservación de los electrodos no sea favorable, se revisarán los mismos, así como los conductores de enlace.

Las derivaciones de las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

4.10.7 Cuadro general de baja tensión (CGBT)

El Cuadro General de Baja Tensión dispone de espacio para la conexión de la ampliación. Su dimensionado y el de las instalaciones de enlace es suficiente asegurar la capacidad de transporte de la potencia generada por la instalación proyectada.

4.10.8 Caja General de Protección y Medida (CPM)

El cuadro de Protección y Medida dispondrá de:

- Un elemento de corte mediante seccionador (Ya disponible)
- Elementos de protección general mediante fusibles de un calibre de 80/100A según se indique en el pliego de condiciones técnico-económicas de la distribuidora I-DE (Ya disponible)
- Contador de medida bidireccional. No requerirá de un contador de medida adicional, ya dispone de uno.
- Opcionalmente modem de comunicaciones o cableado de comunicaciones para la telemedida del contador

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
 Habilitación Profesional
 19/03 2024

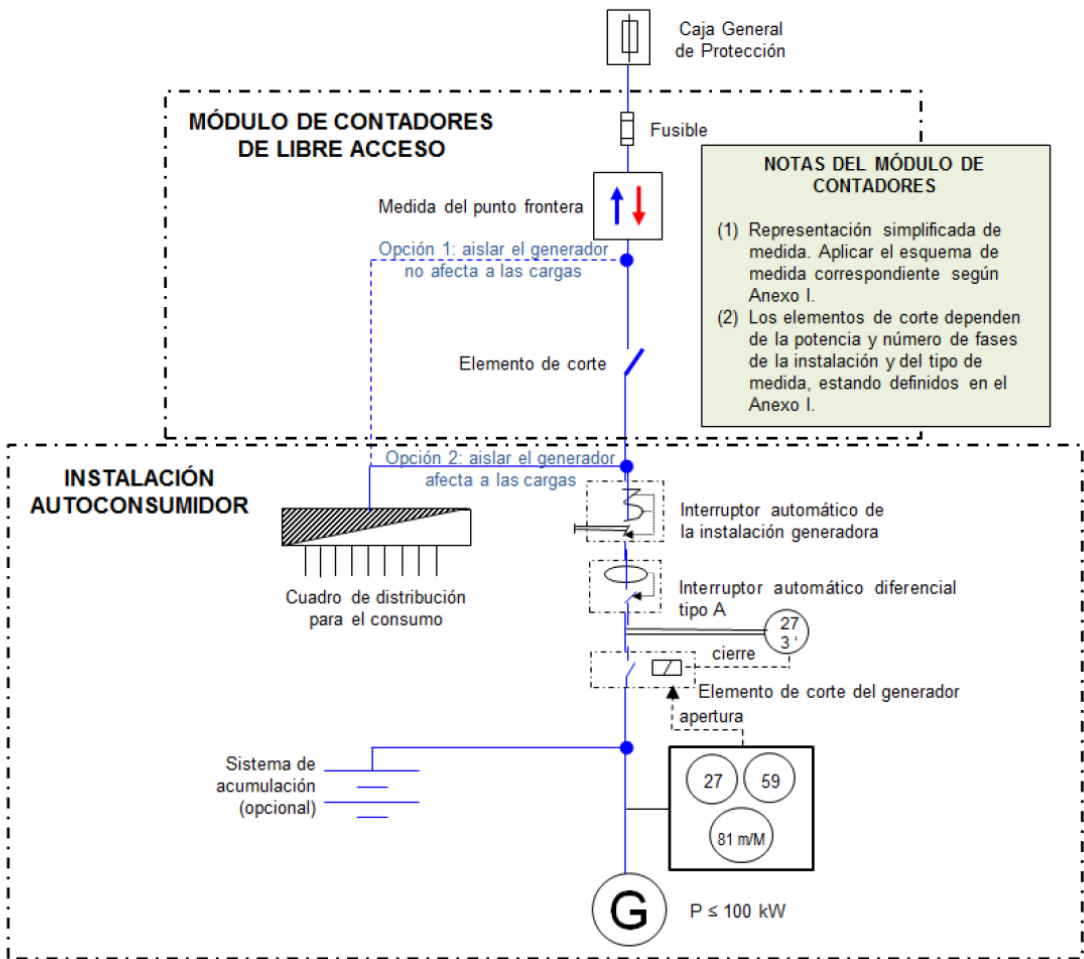
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
 VISADO: 240388



4.10.9 Esquema eléctrico de la instalación

El siguiente esquema recoge, a modo resumen, los diferentes elementos de conexión y protección de la instalación. Ver también planos unifilares P03.

Unifilar 1: Esquema unifilar típico para instalaciones de autoconsumo con excedentes, en un consumidor de BT.



Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

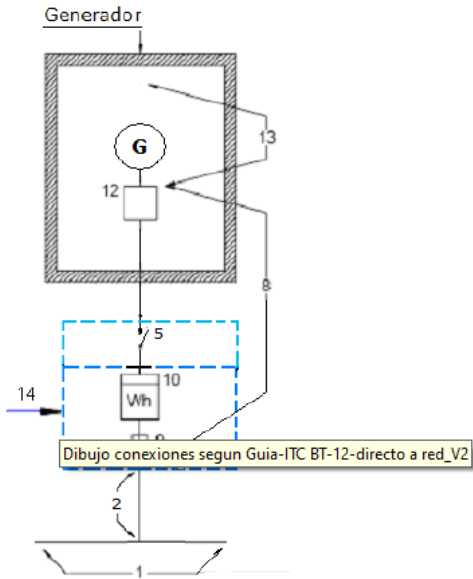
VISADO: 240388



COIINNA



Es el caso común de un generador de conexión simple y directa a la red de BT, con el fin exclusivo de suministrar energía a la red.



Esquema 3

Lado Generador:

12: puede integrar dispositivos tales como interruptor automático, diferencial, dispositivo de detección de aislamiento, protección contra tensión fuera de rango según el capítulo 7 y protección contra sobretensiones según se establece en el ITC-BT-23. Las protecciones contra el choque eléctrico se elegirán conforme a lo indicado en la ITC-BT-24 teniendo en cuenta el régimen de puesta a tierra del neutro de la instalación.

Lado de red

5: podrá estar integrado en el contador cuando haya sistemas de telegestión.

Según la ITC-BT-13 punto 2, la caja general de protección que incluye el contador, sus fusibles de protección y, en su caso, reloj para discriminación horaria, se denomina caja de protección y medida (CMP).

Levenda para instalaciones generadoras

- 1 Red de distribución
- 2 Acometida
- 3 Caja General de Protección (CGP)
- 4 Línea General de conexión (LGC)
- 5 Interruptor general de maniobra (IGM)
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores (CC)
- 8 Línea Individual del generador (LIG)
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
- 12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)
- 13 Equipo generador-inversor (GEN)
- 14 Conjunto de protección y medida (CMP)
- 15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo
- 16 Tramo de la conexión privada (TCP)

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
 VISADO: 240388



COIINIA

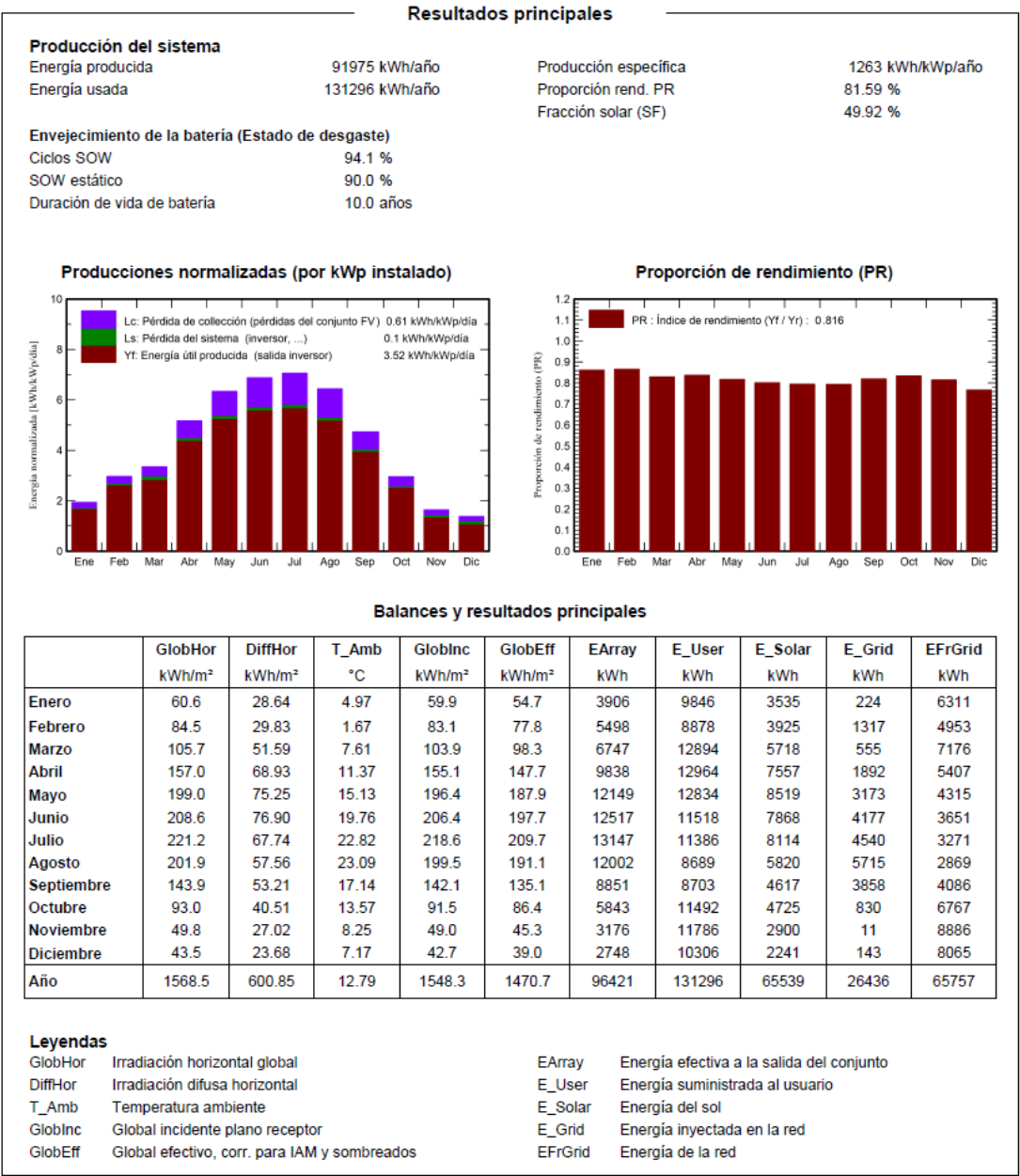


5. BALANCE ENERGÉTICO

5.1 IRRADIACIÓN, PRODUCCION ESTIMADA Y RENDIMIENTO

La instalación proyectada ha sido simulada con el programa específico PVSYST versión 7 para el cálculo de la producción estimada y el rendimiento. Los datos de radiación utilizados corresponden con la base de datos PVGIS. Para el cálculo de la parte que se autoconsume y la parte de vertido a red se han utilizado las curvas de consumo de 1 de marzo del 2019 hasta el 1 de Febrero del 2020 de los diferentes puntos de consumo del Ayuntamiento de Abárzuza, así como de una estimación del consumo para el colegio nuevo.

A continuación, se muestra la tabla con datos de irradiación, producción estimada y rendimiento:

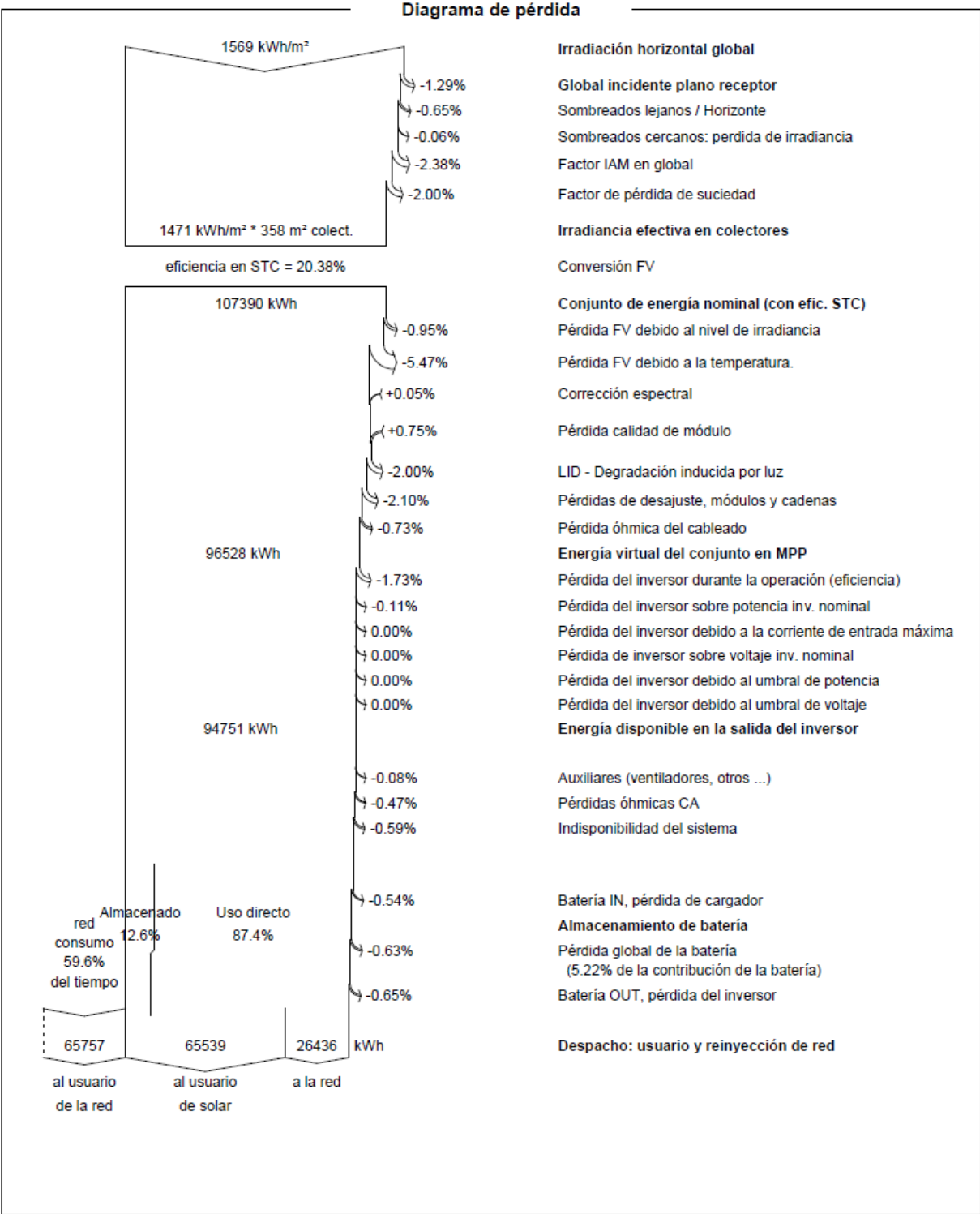


Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional
19/03
2024
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388
VNIICO



5.2 BALANCE DE ENERGÍA

En el balance de energía entregada a la red se resume de los resultados de la simulación en PVSYST versión 7.4.5:



Para más detalle ver Anexo A02 Informe de simulación PVSYST.

Habitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388

COIINNA



6. CALENDARIO DE EJECUCIÓN

Se prevé realizar el montaje de la instalación en un plazo de 44 días, según el siguiente programa:

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA SOBRE CUBIERTA DE 31,5 KWp

Ampliación Instalación FV Abárzuza

			Junio 2024																		
Descripción del hito	Inicio	Número de días	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
			l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v
Acopio de materiales estructurales y módulos	04/06/2024	1																			
Instalación de estructura soporte	05/06/2024	2																			
Instalación y conexión de módulos fotovoltaicos	07/06/2024	2																			
Acopio de equipos eléctricos	11/06/2024	1																			
Cableado DC	12/06/2024	1																			
Instalación de inversores	13/06/2024	1																			
Instalación de cuadros de protección y monitorización	14/06/2024	1																			
Interconexión de inversores y cuadros	14/06/2024	1																			
Pruebas de funcionamiento	17/06/2024	1																			
Retirada de residuos, material auxiliar y señalizaciones	17/06/2024	1																			
Puesta en marcha	18/06/2024	1																			

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388

COIINA



7. DIRECCIÓN DE LAS OBRAS A EFECTUAR

La dirección de los trabajos de instalación eléctrica a que se refiere el presente anteproyecto se llevará a cabo por el autor del presente anteproyecto, salvo que así quede reflejado.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



8. MODIFICACIONES DEL PRESENTE PROYECTO

Las distintas modificaciones que puedan realizarse del proyecto original al estado definitivo de la planta fotovoltaica, se llevarán a cabo por el Director de la Obra, debiendo el adjudicatario asumir tales costes y efectos para su tramitación, legalización y puesta en servicio de la instalación.

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



9. CONSIDERACIONES FINALES

La instalación de planta fotovoltaica conectada a red que recoge el presente anteproyecto técnico se ha definido de conformidad con las reglamentaciones, normativas y recomendaciones oficiales vigentes, así como con las normas particulares de la empresa distribuidora, a todas las cuales deberá adaptarse para aquellos extremos no indicados en este documento.

La planta que se proyecta se acogerá al Real Decreto 900/2015 de 10 de octubre y posteriores disposiciones a efectos de la asignación de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.

De acuerdo con dicho Real Decreto se corresponde con una instalación de autoconsumo tipo 2, siendo una Planta Fotovoltaica sobre Cubierta conectada a Red con potencia nominal menor a la contratada e igual a 100 kW.

De acuerdo con el Real Decreto 413/2014 se corresponde con una instalación Tipo b.1.1, al generar electricidad a partir de tecnología fotovoltaica.

Las condiciones que han de regir durante la fase de ejecución de la obra se establecen en el presente proyecto técnico a falta del correspondiente Plan de Seguridad y Salud.

La instalación proyectada deberá ser realizada por un instalador autorizado.

Ha sido objeto principal de este proyecto definir las condiciones técnicas y prestaciones mínimas que habrá de reunir la instalación de planta fotovoltaica a ubicar en la localidad de Abárzuza.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



DOCUMENTO IV: CALCULOS

10. CALCULOS ELÉCTRICOS

Los cálculos que se realizan en los apartados siguientes se corresponden con el diseño eléctrico específico recogido en esta memoria. Para la planta que finalmente sea objeto de montaje deberá verificarse el correcto funcionamiento y cumplimiento de prescripciones aplicables en todos sus extremos y en base al material elegido.

El presente diseño, el cual trabaja a tensión constante, verifica que no se superan los máximos previstos para el inversor, debiendo de emplearse cableado a 1100 V según fabricante.

El diseño de la instalación de corriente alterna, cumplirá con las normas propias del REBT y se justifica la caída de tensión hasta el punto de conexión.

En concreto según se indica en el REBT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión en el apartado 3 se indica que las instalaciones eléctricas de alimentación fotovoltaica se ejecutarán según lo establecido en la norma UNE 20460-7-712. Dado que la norma UNE 20460-7-712 ha sido anulada aplicamos la norma UNE HD 60364-7-712:2017.

10.1 REGIMEN DE OPERACIÓN DE LO INVERSOR

Se analizará el régimen de operación del inversor propuesto teniendo en cuenta los parámetros eléctricos de los módulos solares, verificando que las potencias y corrientes no superan los umbrales del inversor.

La tabla adjunta recoge los parámetros de operación de los inversores de acuerdo con la agrupación propuesta de módulos y de líneas de entrada al inversor.

	RESULTADOS CONFIGURACIÓN					
	INVERSOR 1		INVERSOR 2		INVERSOR 3	
	MPPT1	MPPT2	MPPT1	MPPT2	MPPT1	MPPT2
Vmpp (Tª max.) V	605,92	605,92	605,92	388,51	423,83	423,83
Voc (Tª min.) V	938,15	938,15	938,15	593,34	647,28	647,28
Idc max (Tª max.) A	19,41	19,41	19,41	22,07	22,07	22,07

Con la actual configuración de enseriado de módulos propuesta, se verifica que se cumple:

1. Tensión máxima de entrada en el inversor en DC tiene que ser inferior a 1.100 V, por lo que para la situación más desfavorable de -10°C, cumple (938,15 V).
2. Tensión mínima de entrada en el inversor en DC tiene que ser superior a 200 V, por lo que para la situación más desfavorable de 37°C el valor de tensión cumple (388,51 V).





3. Corriente de entrada máxima por cada MPPT del inversor a 30 A. En las condiciones más desfavorables la corriente máxima es de 22,07. Con lo cual, cumple.
4. Relación Potencia Pico kWp y Potencia Nominal en los tres inversores es de:
 - Inversor 1: 27,54 kWp / 20 kW = 1,38
 - Inversor 2: 23,67 kWp / 20 kW = 1,18
 - Inversor 3: 21,6 kWp / 20 kW = 1,08

Habilitación

Profesional

19/03

2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE



10.2 CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

La tensión nominal de la presente instalación ha de estar de acuerdo con la tensión de servicio proporcionada por la empresa distribuidora. Esta tensión será de 230 V entre fase y neutro y 400 V entre fases.

De acuerdo con el REBT las caídas de tensión máxima admisible serán de:

- Instalación que se corresponde desde los módulos fotovoltaicos hasta la entrada al sistema inversor o generador que enteramente se encuentra en Corriente Continua y Baja Tensión: pérdidas máximas admisibles 1.5%
- Instalación que se corresponde con la comprendida entre el sistema generador o sistema inversor y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública en Corriente Alterna y Baja Tensión: pérdidas máximas admisibles 1.5%

Para la selección del cableado se han tenido en cuenta las intensidades de salida y la caída de tensión en cada tramo estudiado. La normativa tenida en cuenta son las especificaciones técnicas de la ITC BT 40 y las especificaciones técnicas del ITC BT-19. Como se puede comprobar en la tabla 1 de la ITC BT 19:

Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos ¹⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ¹⁾					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
E		Cables multiconductores al aire libre ²⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³⁾						3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾						3x PVC				3x XLPE o EPR ¹⁾		
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁶⁾								3x PVC ³⁾			3x XLPE o EPR	
Cobre			mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
			50			103	117	125	133	145	159	175	188	250
			70		94		149	160	171	188	202	224	244	321
			95				180	194	207	230	245	271	296	391
			120				208	225	240	267	284	314	348	455
			150				236	260	278	310	338	363	404	525
			185				268	297	317	354	386	415	464	601
			240				315	350	374	419	455	490	552	711
300				360	404	423	484	524	565	640	821			

- 1) A partir de 25 mm² de sección.
- 2) Incluyendo canales para instalaciones -canaletas- y conductos de sección no circular.
- 3) O en bandeja perforada.
- 4) O en bandeja perforada.
- 5) D es el diámetro del cable.



10.2.1 Parte 1: Módulo fotovoltaico – sistema generador Inversor

En este tramo la distancia media desde la ubicación de los módulos fotovoltaicos hasta las entradas al sistema generador es de 25 metros. Con este dato y la cantidad de módulos conectados en serie y el número de series en paralelo se determina la sección que debe de tener el cable para no exceder la caída de tensión en este tramo que es de 1,5%.

La fórmula utilizada se deduce de las fórmulas que se exponen en la “Guía técnica de aplicación – Anexos” “Cálculo de las caídas de tensión” Anexo 2.

$$S_{mint1} = \frac{2 * L * I}{\gamma * e * U} = \frac{2 * L_{tramo1} * N_p * I_{cc \max}}{56 * e_1 * N_s * V_{37^\circ}}$$

donde

- S_{mint1} es la sección mínima que sería necesaria para no superar la caída de tensión establecida en mm^2 .
- L_{tramo1} es la longitud media desde las series de módulos fotovoltaicos hasta las entradas del sistema inversor o generador en metros.
- N_p es la cantidad de series en paralelo que van al sistema inversor o generador.
- $I_{cc \max}$ intensidad de cortocircuito máxima de entrada al sistema inversor según norma UNE HD 60364-7-712:2017 es igual a $1,25 * I_{cc \text{ stc}}$ (Intensidad de cortocircuito en condiciones STC). Por lo tanto $1,25 * 11,61 \text{ A} = 14,51 \text{ A}$
- γ es la conductividad del cobre a 20°C en $\text{m}/\Omega\text{-1} * \text{mm}^2$.
- e_1 es la caída máxima admisible para este tramo de la instalación en porcentaje.
- N_s es la cantidad de módulos fotovoltaicos conectados en serie para la serie más desfavorable.
- V_{37° es tensión de circuito en condiciones STC a la temperatura de 37°C en V. Y cuyo valor es $423,83 \text{ V} / 12 = 35,32 \text{ V}$

$$S_{mint1} = (2 * 25 * 1,00 * 14,51) / (56 * 0,015 * 12 * 35,32) = 2,02 \text{ mm}^2$$

Además, se tiene en cuenta la intensidad que circulará por los cables de series siendo esta sección nunca inferior a 4 mm^2 . Se comprueba con la tabla de la ITC BT 19, tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C . Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento.

En base a este criterio la intensidad que va a circular como máximo en las series fotovoltaicas es la más desfavorable $I_{cc \max}$ que se ha calculado como $14,51 \text{ A}$ y que ya tiene en cuenta un factor de seguridad de 1,25 según indica también en la ITC BT 40 en su punto 5. Adicionalmente como se dispone de una protección mediante fusibles de 20 A , vamos a considerar que la $I_{cc \max}$ es igual a 20 A .

Esta intensidad es la que se usa para el segundo criterio de dimensionamiento del cable. Según la tabla referenciada anteriormente tabla 1 ITC BT 19, la sección mínima del cable debería ser:

$$S_{mint1}' > I_{cc \max}$$

Por lo tanto:





$$S_{mint1'} > 20 \text{ A}$$

La consideración que se ha tenido en cuenta en el tramo que va desde los módulos fotovoltaicos hasta el sistema generador o inversor es una consideración de instalación tipo E, "Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0.3D (Cables unipolares sobre bandejas de rejilla)" y el tipo de conductor que compone este tramo es 2x XLPE o EPR. Dado que sobre la bandeja de rejilla se van a colocar 18 circuitos, se considera un factor reductor de 0,66 (Tipo 4 Tabla E). Por otro lado debido a que los cables van a estar expuestos al Sol (Factor reductor de 0,9) y/o que en la norma UNE HD 60364-7-712:2017 en el punto 712.523.101 para el cálculo de las corrientes admisibles se considera dimensionarlo, para la parte de los cables que van a estar sometidos al calentamiento directo de la parte inferior de los módulos, una temperatura de 70°C, así que aplicamos un factor reductor de 0,70 (según Tabla 7 del ITC-BT-06).

Todo esto implica:

$$\text{Sección } 4 \text{ mm}^2 \text{ en cobre: } 45 \text{ A} * 0,66 * 0,7 = 20,79 \text{ A} > 20 \text{ A}$$

Con los criterios y factores de corrección indicados y para no superar el 1,50% de caída de tensión en este tramo la primera sección comercial que cumple es el cable de 4 mm².

Por ello seleccionamos para esta parte la utilización de cable solar de sección 4 mm².

Con la sección 4 mm² comercial se obtiene que el % de caída de tensión máxima del tramo nº 1 es:

$$e_{max1} = \frac{2 * L * I}{\gamma * S_{tramo1} * U} = \frac{2 * L_{tramo1} * N_p * I_{stc}}{56 * S_{tramo1} * N_s * V_{stc}}$$

donde

- e_{max1} es la caída máxima de tensión que se va a dar en el tramo 1 en %.
- L_{tramo1} es la longitud media desde las series de módulos fotovoltaicos hasta las entradas del sistema inversor o generador en metros.
- N_p es la cantidad de series en paralelo que van al sistema inversor o generador.
- I_{stc} intensidad de funcionamiento en condiciones STC.
- γ es la conductividad del cobre a 20°C en m/Ω-1 * mm².
- S_{tramo1} es la sección comercial mínima para el tramo 1.
- N_s es la cantidad de módulos fotovoltaicos conectados en serie para la serie más desfavorable.
- V_{stc} es la tensión de funcionamiento en condiciones STC.

$$e_{max1} = (2 * 25 * 1,00 * 10,98) / (56 * 4 * 12 * 41) = 0,498\%$$





10.2.2 Parte 2: Sistema generador Inversor – Cuadro general baja tensión

En este tramo la distancia media desde la ubicación de los sistemas generadores / inversores y el cuadro general de baja tensión es de 14,00 metros. Con este dato y la consideración que según la ITC BT 40 en su esquema 3 indica que la caída de tensión desde el generador hasta el punto de interconexión con la red de distribución no pueda exceder el 1,50%.

Por lo tanto y al existir dos tramos desde este punto al de interconexión con la red de distribución se determina que la caída de tensión en cada tramo no será superior a: 0,75. La fórmula utilizada se puede encontrar en cualquier manual de Instalaciones Trifásicas.

$$S_{mint2} = \frac{P_{max\ inv} * L_{tramo2}}{\gamma * e_2 * (V_{servicio})^2}$$

donde

- S_{mint2} es la sección mínima que sería necesaria para no superar la caída de tensión establecida en mm^2 .
- $P_{max\ inv}$ es la potencia máxima del sistema generador / Inversor en W
- L_{tramo} es la longitud máxima desde sistema inversor o generador hasta el cuadro general baja tensión en metros.
- γ es la conductividad del cobre a 20°C en $m/\Omega \cdot mm^2$.
- e_2 es la caída máxima admisible para este tramo de la instalación.
- $V_{servicio}$ es la tensión de servicio en V.

$$S_{mint2} = (20.000 * 14) / (56 * 0,0075 * 400^2) = 4,167\ mm^2$$

Se comprueba con la tabla de la ITC BT 19, tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento.

En base a este criterio la intensidad que va a circular como máximo es la intensidad máxima de salida del inversor que se obtiene de la ficha técnica y que es de 31,9 A. Esta intensidad hay que multiplicarla por un factor de seguridad de 1,25 como se indica también en la ITC BT 40 en su punto 5, obteniendo un valor de 39,9 A.

Esta intensidad es la que se usa para el segundo criterio de dimensionamiento del cable. Según la tabla referenciada anteriormente tabla 1 ITC BT 19, la sección mínima del cable debería ser:

$$S_{mint2} > I_{cc\ max}$$

Por lo tanto:

$$S_{mint2} > 39,9\ A$$

La consideración que se ha tenido en cuenta en el tramo que va desde los módulos fotovoltaicos hasta el sistema generador o inversor es una consideración de instalación tipo B2, "Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra" y el tipo de conductor que compone este tramo es 3x XLPE o EPR. La instalación se va a realizar bajo tubo en capa única fijada bajo techo.





Todo esto implica:

$$\text{Sección 16 en cobre: } 70 \text{ A} * 0,8 = 56 \text{ A} > 39,9 \text{ A}$$

Con estos dos criterios y para no superar el 0,75% de caída de tensión en este tramo la primera sección que cumple los dos criterios es el cable de 16 mm².

Por ello seleccionamos para esta parte la utilización de tipo RZ1-K (AS) multipolar de sección 16 mm².

Con la sección 16 mm² comercial se obtiene que el % de caída de tensión máxima del tramo nº 2 es:

$$e_{\text{max}t2} = \frac{P_{\text{max inv}} * L_{\text{tramo}2}}{\gamma * S_{\text{tramo}2} * (V_{\text{servicio}})^2}$$

donde

- $e_{\text{max}t2}$ es la caída máxima de tensión que se va a dar en el tramo 2 en %.
- $P_{\text{max inv}}$ es la potencia máxima del sistema generador / Inversor en W
- L_{tramo} es la longitud maxima desde sistema inversor o generador hasta el cuadro general baja tensión en metros.
- γ es la conductividad del cobre a 20°C en m/Ω-1 * mm².
- $S_{\text{tramo}2}$ es la sección comercial mínima para el tramo 2.
- V_{servicio} es la tensión de servicio en V.

$$e_{\text{max}t2} = (20.000 * 3) / (56 * 16 * 400^2) = 0,042\%$$

10.2.3 Parte 3: Cuadro general baja tensión – Cuadro de Protección y medida

Este tramo se realizó con la instalación de la primera fase, y se consideró que se iba a realizar una ampliación. Se realizó mediante cableado de cobre de 50 mm² tipo 3x XLPE o EPR. A continuación, se indica el cálculo que se realizó en el proyecto de la primera fase:

En este tramo la distancia desde el cuadro general de baja tensión y el cuadro de Protección y medida (Punto de interconexión) es de 42 metros. Con este dato y la consideración que según la ITC BT 40 en su esquema 3 hace que la caída de tensión desde el generador hasta el punto de conexión dentro de la red interior de consumo no pueda exceder el 1,50%. Hemos de tener en cuenta que se instala un cuadro de agrupación por lo que la intensidad de ambos inversores deriva en una única Línea. Se prevé realizar una ampliación de potencia nominal a un total de 3 inversores de 20kW, por lo cual se harán los cálculos de la línea de evacuación con 60 kW nominales.

El tramo 2 se ha diseñado con una caída de tensión de 0,042%, por lo tanto, para no superar el 1,5% indicado, la caída de tensión máxima de este tercer tramo no podrá ser superior a 1,458%.





$$S_{mint3} = \frac{P_{max\ inst} * L_{tramo3}}{\gamma * e_3 * (V_{servicio})^2}$$

donde

- S_{mint3} es la sección mínima que sería necesaria para no superar la caída de tensión establecida en mm².
- $P_{max\ inst}$ es la potencia máxima del sistema de generación total en W
- L_{tramo3} es la longitud media desde el cuadro general baja tensión hasta el cuadro de Protección y medida en metros.
- γ es la conductividad del cobre a 20°C en m/Ω-1 * mm².
- e_3 es la caída máxima admisible para este tramo de la instalación en porcentaje.
- $V_{servicio}$ es la tensión de servicio en V.

$$S_{mint3} = (60.000 * 42) / (56 * 0,01458 * 400^2) = 19,29 \text{ mm}^2 \text{ en cobre}$$

Se comprueba con la tabla de la ITC BT 19, tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento.

En base a este criterio la intensidad que va a circular como máximo es la intensidad máxima de salida del inversor que se obtiene de la ficha técnica y que es de 31,9 A. Esta intensidad hay que multiplicarla por un factor de seguridad de 1,25 que indica también en la ITC BT 40 en su punto 5, obteniendo un valor de 39,9 A. Esto se multiplicará por 3, ya que hay 3 Inversores, obteniendo un valor final de 119,7 A.

Esta intensidad es la que se usa para el segundo criterio de dimensionamiento del cable. Según la tabla referenciada anteriormente tabla 1 ITC BT 19, la sección mínima del cable debería ser:

$$S_{mint2} > I_{cc\ max}$$

Por lo tanto:

$$S_{mint2} > 119,7 \text{ A}$$

La consideración que se ha tenido en cuenta en el tramo que va desde los módulos fotovoltaicos hasta el sistema generador o inversor es una consideración de instalación tipo F, "Cables unipolares en contacto mutuo. "Distancia a la pared no inferior a D" y el tipo de conductor que compone este tramo es 3x XLPE o EPR.

Todo esto implica:

$$\text{Sección } 50 \text{ mm}^2 \text{ en cobre: } 159 \text{ A} * 0,8 = 127,2 \text{ A} > 119,7 \text{ A}$$

Con estos dos criterios y para no superar el 1,5% de caída de tensión en este tramo la primera sección que cumple los dos criterios es el cable de 50 mm².

Por ello seleccionamos para esta parte la utilización de tipo RZ1-K (AS) unipolar de sección 50 mm² en cobre.





Con la sección 50 mm² en aluminio comercial se obtiene que el % de caída de tensión máxima del tramo nº 3 es:

$$e_{max3} = \frac{P_{max\ inst} * L_{tramo3}}{\gamma * S_{tramo3} * (V_{servicio})^2}$$

donde

- e_{max3} es la caída máxima de tensión que se va a dar en el tramo 3 en %.
- P_{max inst} es la potencia máxima del sistema de generación total en W
- L_{tramo3} es la longitud media desde el cuadro general baja tensión hasta el cuadro de Protección y medida en metros.
- γ es la conductividad del aluminio a 20°C en m/Ω-1 * mm².
- S_{tramo3} es la sección comercial mínima para el tramo 3.
- V_{servicio} es la tensión de servicio en V.

$$e_{max3} = (60.000 * 42) / (56 * 50 * 400^2) = 0,5625\%$$

La tabla resumen con las caídas de tensión de la instalación es:

Tramo	Descripción	Tipo	Sección (mm ²)	Caída tensión máxima (%)	Máxima caída tensión
1	Modulo solar - Inversor	Corriente continua	4 Cu	0,4980	<1,5%
2	Inversor - Cuadro General	Corriente alterna	16 Cu	0,0420	
3	Cuadro General - CPM	Corriente alterna	50 Cu	0,5625	
Total corriente alterna				0,6045	

10.2.4 Selección de la sección del cable de tierra

Según las indicaciones realizadas en el apartado 3.8.8 realizamos la siguiente selección del cable de tierra:

- Sección del cableado que va desde los módulos fotovoltaicos hasta el sistema generador o inversor es de 4,00 mm² por lo tanto la sección de tierra a utilizar para poner a tierra este tramo de la instalación es de 4,00 mm².
- La sección del cableado que va desde el sistema generador o inversor hasta el Cuadro General en Baja Tensión es de 16,00 mm² por lo que la sección de tierra a utilizar para poner a tierra este tramo de la instalación es de 16,00 mm².
- Por último, si la sección del cableado que va desde el sistema el Cuadro General en Baja Tensión hasta el Punto de interconexión es de 50,00 mm² en cobre por lo tanto la sección de tierra a utilizar para poner a tierra este tramo de la instalación es 25 mm² en cobre.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



10.3 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

10.3.1 Protección contra sobreintensidades

Cuadro General Baja Tensión

Según la norma ITC-BT-22, las protecciones contra sobreintensidades se determinan tal como establece la norma UNE 20460-4-43:2003.

Protección contra corrientes de sobrecarga:

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable (o conductor) contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

1. $I \leq I_n \leq I_z$
2. $I_t < 1,45 * I_z$

siendo:

I: Corriente de línea

I_n : Corriente nominal del interruptor automático

I_t : Corriente convencional de funcionamiento del interruptor automático (corriente máxima por disparo térmico)

I_z : Corriente máxima admisible en el conductor

Los dispositivos de protección a utilizar tendrán una curva característica de desconexión tipo C según UNE EN 20317 (véase la gráfica siguiente). En ella se observa que:

$$I_t < 1,45 * I_z$$

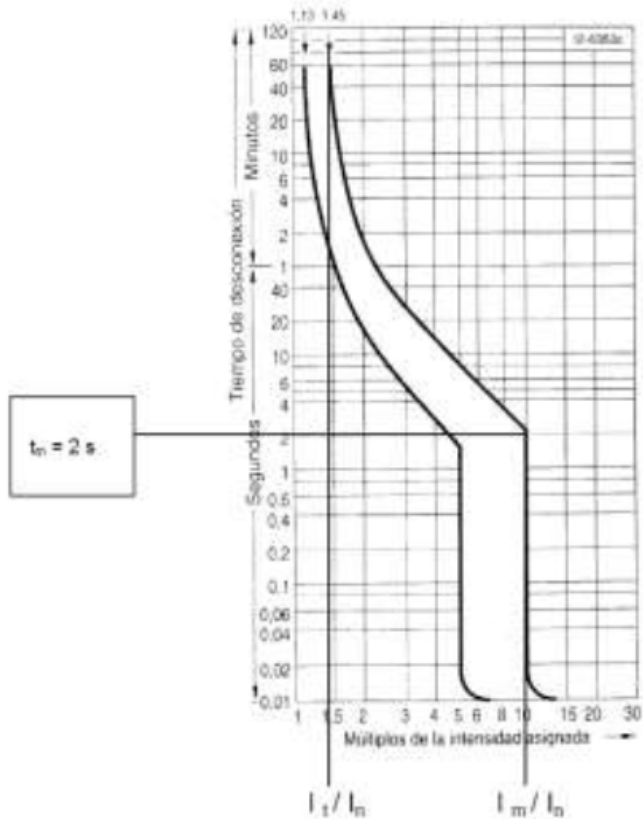
Como se debe cumplir que $I_n < I_z$, entonces se cumple que $I_t < 1,45 * I_z$, que es la segunda de las condiciones anteriores. Por tanto, este tipo de dispositivos debe cumplir tan solo la primera condición.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





Curva de desconexión tipo C

La siguiente tabla recoge la validación de las condiciones anteriores para los interruptores utilizados:

Elemento	Tipo de protección	I (A)	I _n (A)	I _z (A)
Líneas inversor / general	Protección magnetotérmica 200 A	31,9	32	39,9

10.3.2 Corriente de cortocircuito y poder de corte protecciones

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito la formula indicada en la guía BT-Anexo 3:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

donde

- I_{cc} es la intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado
- U es la tensión de alimentación fase – neutro (230 V)
- R es la resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
 Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
 Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

19/03
 2024

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
 Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
 Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE





Por lo tanto, para calcular la corriente de cortocircuito en el cuadro general (CGBT) vamos a calcular previamente la resistencia del conductor:

$R_{LGA} = \rho * L_{LGA} / S_{LGA} = 0,029 * (42 / 50) = 0,02436 \Omega$

$R_{LGA} = 0,02436$

Por lo tanto,

$I_{cc} = (0,8*230) / (0,07308) = 7,5 \text{ kA}$

Por lo tanto, el poder de corte de los dispositivos de protección será igual o mayor que la intensidad de cortocircuito.

Para el proyecto siguiente se seleccionará protección con un poder de corte mínimo de 10 kA para la protección general en el cuadro CGBT.

Si la distribuidora lo requiere se valorará poner una protección con un poder de corte mayor.

10.3.3 Protección contra los contactos directos e indirectos

Tal y como se indica en el RBT-BT-40, la instalación dispondrá de un interruptor automático diferencial con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.

Según se indica, para el caso de sistema de generación que no utilice transformador separador, el diferencial de la instalación será de tipo A ó B y se elegirá el tipo de diferencial con la componente continua máxima de la corriente de fuga previsible en dichas instalaciones.

Para el caso que nos ocupa, la corriente de fuga máxima del inversor es de 600 mA, por lo cual:

Elemento	Tipo de protección	Corriente Fuga (mA)	In (A)	Iz (A)
Protección Inversor / General	Protección diferencial	600 mA	32	39,9

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388

COIINA



10.3.4 Protección contra sobretensiones

La instalación está protegida contra sobretensiones transitorias según lo establecido en la ITC-BT-23 como instalación fija de categoría II o IV en función de su ubicación. Se han seguido los criterios indicados en la misma norma.

La siguiente tabla recoge los protectores utilizados:

Ubicación	Tipo de protección
Inversor CC	Protección sobrecorrientes tipo II para la parte de continua
Inversor CA	Protección sobrecorrientes tipo III para la parte de alterna
Cuadro general baja tensión	Protección sobrecorrientes tetrapolar tipo II para la protección general de la instalación

10.3.5 Cuadro de Protección y Medida

Se instalará lo necesario para realizar la conexión al embarrado de la acometida, pletinas de cobre y grapas de conexión para los cables tipo RZ1-K (AS) Cu unipolar de sección 50 mm2 en cobre. Teniendo siempre en cuenta la potencia máxima del inversor (60kW).

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





10.4 INFORME DE CONEXIÓN A RED DE LA EMPRESA
DISTRIBUIDORA

Deberá confirmarse la potencia máxima de la instalación generadora fotovoltaica (la ampliación) con la compañía distribuidora, para el presente caso, I-DE (Grupo Iberdrola), según pliego de condiciones técnico-económicas.

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388	19/03 2024	Habilitación Profesional	Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE
--	---------------	-----------------------------	--



11. CALCULOS ESTRUCTURALES

En este apartado se estudiará la influencia del viento y la del peso propio de la estructura que se va a instalar con el fin de demostrar que se cumple los requisitos básicos de seguridad, que aseguran que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto:

(Código Técnico de la Edificación, 2006 y actualizaciones recientes)

Variantes de partida:

- Módulo: Trina Solar TP6L72M, 450 W mono perc 144 células.
- Dimensiones del módulo: 2.094 x 1038 x 35 mm
- Peso del módulo: 25,5 kg
- Estructura soporte para sistema coplanar básico e inclinado con perfiles portamódulos ranurados.
- Densidad aluminio estructura: $2.700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Cubierta a 2 aguas (cercha) realizada en panel sándwich formado por dos chapas nervadas.

11.1 ACCIONES PERMANENTES

11.1.1 Cálculo del peso de la estructura por módulo

La instalación fotovoltaica se ha diseñado con el objetivo de que los módulos fotovoltaicos queden en el mismo plano de la cubierta que tiene una inclinación de 12,41° con respecto a la horizontal.

Para conocer la carga que supone la instalación sobre la cubierta, es preciso determinar el peso por unidad de módulo, teniendo en cuenta la estructura asociada a la unidad de módulo. Para ello se determina la estructura unitaria por módulo y se le suma el peso del módulo.

Dicho esto, y haciendo referencia a al Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación de ahora en adelante "SE-AE" en su apartado 2.1 Peso propio expone que "El valor característico del peso propio de los equipos e instalaciones fijas, tales como calderas colectivas, transformadores, aparatos de elevación, o torres de refrigeración, debe definirse de acuerdo con los valores aportados por los suministradores". Esta instalación se considera fija ya que una vez instalada permanece impertérrita sobre la cubierta durante años. Por tanto, como suministradores de la instalación realizamos el cálculo del peso propio del material instalado.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



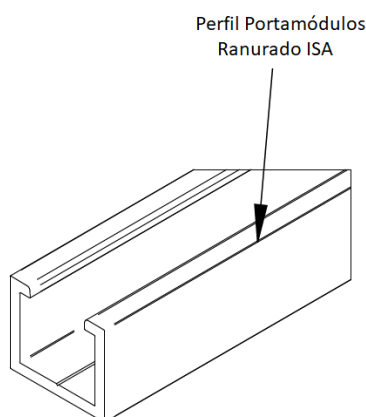


11.1.2 Peso de la estructura

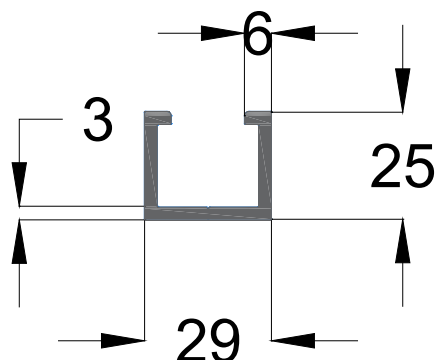
La estructura seleccionada es “Sistema Coplanar e Inclinado Básico – Perfil ISA”. Este tipo de instalación se compone de varios elementos:

- Perfil Portamódulos Ranurado ISA
- Pieza Final zeta de Fijación de Módulos ZS2 M8 Aluminio
- Pieza Intermedia de Fijación de Módulos OS2 M8 Aluminio
- Tornillo Autotaladrante DIN 7504 a Correa Acero Inox. A2 (AISI 304)
- Tornillo Autotaladrante DIN 7504 a Chapa Acero Inox. A2 (AISI 304)
- Tornillo Allen DIN 912 M8 Acero Inox. A2 (AISI 304)
- Tuerca Cuadrada Especial M8 Acero Inox. A2 (AISI 304)
- Junta de Estanqueidad Antigoteras EPDM

Las piezas de anclaje, la tornillería y las juntas de estanqueidad tienen un peso despreciable en el conjunto por lo que únicamente se debe considerar el peso del Perfil Portamódulos Ranurado ISA.



El material que conforma este tipo de estructura se compone de aluminio anodizado principalmente. Con unas dimensiones equivalentes:





Con las medidas de perfil del “Perfil Portamódulos” se obtiene su perfil que es de 29 x 25 x 3 en mm que se corresponde con una sección de 237 en mm².

Conociendo la densidad del aluminio, se calcula el peso de este carril:

$$2.700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 237 \text{ mm}^2 \times 10^{-6} = 0,64 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Para cada unidad de módulo son necesarios una media aproximada de 2 m, por tanto, se obtiene un peso de estructura por módulo de unos $1,28 \frac{\text{kg}}{\text{módulo}}$:

$$0,64 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 2 \frac{\text{m}}{\text{módulo}} = 1,28 \frac{\text{kg}}{\text{módulo}}$$

11.1.3 Peso por unidad de módulo instalado

El peso correspondiente a la colocación de un módulo fotovoltaico sobre la cubierta corresponde, por tanto, al peso que conlleva la instalación de un módulo fotovoltaico Trina Solar TALLMAX TSM-DE17M (II), de 450 Wp por unidad junto a la estructura asociada a su montaje se obtiene al sumar los pesos por módulo de los diferentes elementos que componen la estructura:

$$P.\text{mód.} \frac{\text{kg}}{\text{mód.}} + P.\text{est.} 1_{\text{carril}} \frac{\text{kg}}{\text{mód.}} = P.\text{ins.} \text{mód.} \frac{\text{kg}}{\text{mód.}}$$
$$25,5 + 1,28 = 26,78 \text{ kg/módulo}$$

11.1.4 Zonificación de acciones permanentes

El peso que se ha calculado por módulo es de 26,78 kg/módulo, con este dato y el área que ocupan los módulos fotovoltaicos se determina la acción permanente que supone la instalación.

Para determinar el área que ocupa la instalación se tiene en cuenta la instalación diseñada y se mide por zonas el área que ocupan los módulos, tomándose al finalizar este apartado la zona que tenga una acción permanente más elevada para los cálculos.





ZONA	ÁREA OCUPADA	MÓDULOS	CARGA PERMANENTE
Cubierta Agua Oeste	160 m ²	70 ud.	11,716 kg/m ²

Siendo el caso más desfavorable la zona ocupada por los paneles con una acción permanente de 11,716 kg/m².

Según el “SE-AE” en el apartado “3.1.1 Valores de la sobrecarga” hace una clasificación en la tabla 3.1 donde se clasifican las categorías de uso donde se busca el tipo de zona que se corresponde con este proyecto. También hace subcategorías de uso para que se puede aclarar más el tipo de zona que se va a estudiar. Por último, aporta unos valores de sobrecarga máxima según clasifiquemos la zona que nos afecta.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1 ⁽⁴⁾ ⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

(1) Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre si 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m² para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m² para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m² para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.

(2) En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.

(3) Para cubiertas con un inclinación entre 20º y 40º, el valor de q_k se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.

(4) El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.

(5) Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m².

(6) Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m² y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.

(7) Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

En este caso se considera que la instalación está ubicada en una categoría de uso tipo “G Cubiertas accesibles únicamente para conservación”, con una subcategorización de “G1 Cubiertas con inclinación inferior a 20º” que según el tipo de instalación que trata el presente proyecto se

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388

Habilitation Professional



corresponde con una carga permanente y se pasa a considerar uniforme, siendo su valor máximo en base a lo anteriormente expuesto 1 kN/m², que equivale a 101,97 kg/m².

Con las consideraciones tomadas se comprueba que estamos dentro de la carga máxima que permite el “SE-AE” siendo 11,716 kg/m² inferior al valor límite permitido de 101,97 kg/m².

11.2 ACCIONES VARIABLES

11.2.1 Viento

Siguiendo el “SE-AE” para las acciones del viento sobre la estructura de una instalación fotovoltaica, se puede estimar dicho cálculo como se muestra a continuación.

La acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que puede expresarse como:

qe = qb x ce x cp

donde:

- qe presión estática en kN/m².
- qb presión dinámica del viento (kN/m²).
- ce coeficiente de exposición.
- cp coeficiente eólico o de presión exterior.

La determinación de los parámetros que constituyen esta fórmula se determinan en los siguientes apartados.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



11.2.1.1 Presión dinámica del viento

El valor de la presión dinámica del viento viene en el “Anejo D. Acción del viento” del “SE AE” y se determina mediante la siguiente ecuación:

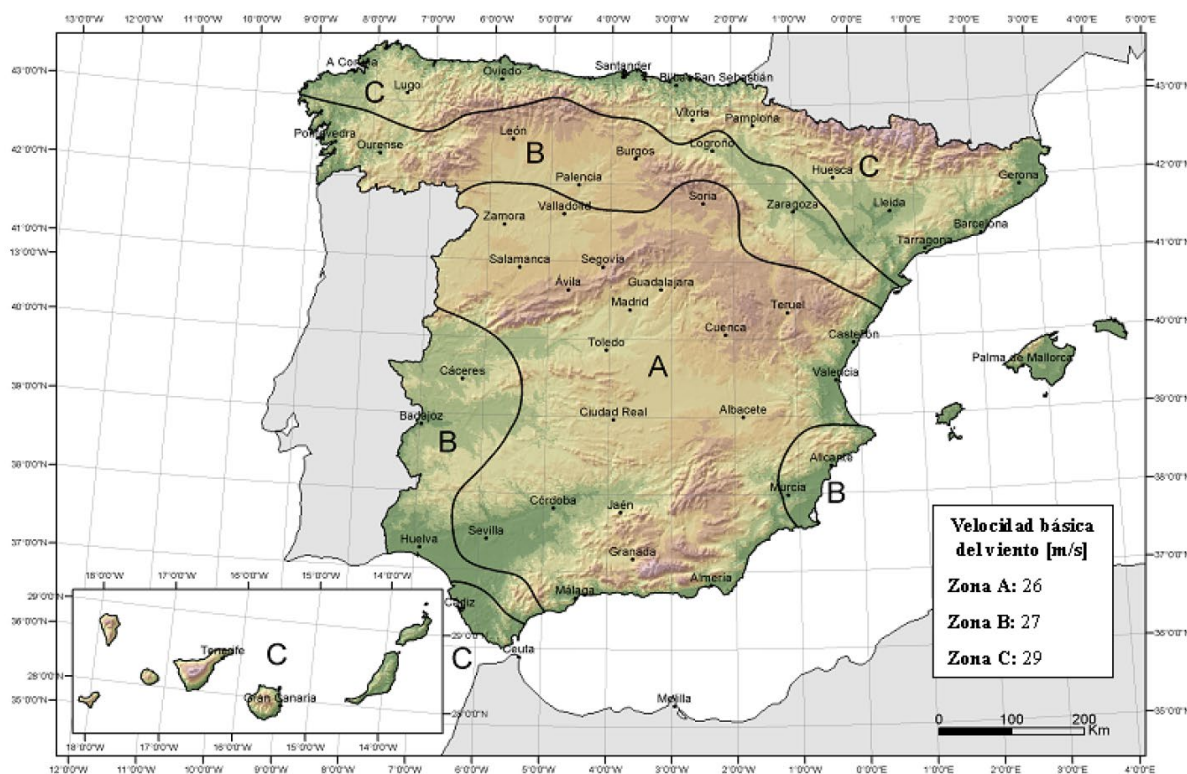
$$q_b = 0,5 \times \delta \times v_b^2$$

donde:

δ densidad del aire, 1,25 kg/m³.

v_b velocidad del viento en la localidad.

El valor de la densidad del aire y de la velocidad del viento en Abárzuza, se aportan en el “Anejo D1” del “SE AE”, la densidad se estima en 1,25 kg/m³ y el valor de la velocidad del viento se determina por la ubicación y el siguiente mapa:



Por tanto, el cálculo para la zona de Abárzuza es el coeficiente C que se corresponde con una velocidad del viento de 29 m/s, con estos datos sustituyendo en la formula anterior se obtiene la presión dinámica:

$$q_b = 0,5 \times 1,25 \times 29^2 = 0,525625 \text{ kN/m}^2$$



11.2.1.2 Coeficiente de exposición

El coeficiente de exposición denominado “ce” se determina siguiendo el “Anejo D2” del “SE AE” mediante las ecuaciones que aporta para alturas sobre el terreno, z, no mayores de 200 m:

$$C_e = F \cdot (F + 7 k)$$

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L)$$

Siendo k, L, Z parámetros característicos de cada tipo de entorno. En este caso, el grado de aspereza del entorno es de tipo “IV Zona urbana en general, industrial o forestal”, y por tanto los parámetros característicos son según la tabla:

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Determinados los parámetros se pueden sustituir los valores en las dos ecuaciones anteriores y obtener el valor del coeficiente de exposición:

Donde:

- C_e → es el coeficiente de exposición.
- F → factor a calcular para la obtención del coeficiente de exposición.
- K → parámetro dependiente del grado de aspereza del entorno.
- L → parámetro dependiente del grado de aspereza del entorno en m.
- Z → parámetro dependiente del grado de aspereza del entorno en m.
- z → altura a la que se encuentra la instalación en m.

$$F = 0,22 \cdot \ln (\max (14,00 , 5,00) / 0,3) = 0,85$$

$$C_e = 0,85 \cdot (0,85 + 7 \cdot 0,22) = 2,03$$

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
 VISADO: 240388



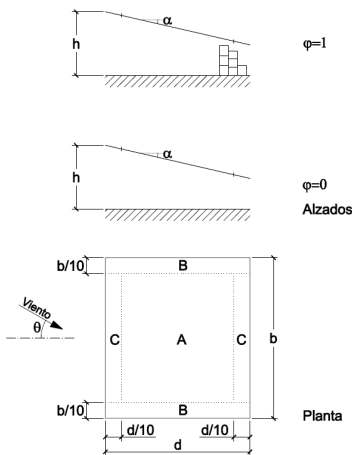
11.2.1.3 Coeficiente eólico o de presión exterior

El coeficiente eólico es más complejo de decidir al no existir tipificación específica para este tipo de instalaciones por lo que en base a las opciones que presenta el “Anejo D3” del “SE AE” se considera la estructura instalada junto con los paneles fotovoltaicos como una estructura típica de marquesina a un agua.

Se pueden suponer los soportes de la instalación como marquesinas a un agua, con tamaño superior a 10 m² (ya que tenemos varios paneles colocados en los soportes portamódulos) y con un factor de obstrucción al paso del viento igual a cero.

Por tanto, para elementos con área de influencia A de más de 10 m², el coeficiente de presión exterior se puede obtener mediante la tabla siguiente. A, B y C indican las diferentes zonas de influencia de la superficie. Se toman los valores máximos tanto para arriba como para abajo.

Tabla D.10 Marquesinas a un agua



Coeficientes de presión exterior					
Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción ϕ	$C_{p,10}$		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

De “Documento Básico SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la edificación”, 2009, p. 35.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación

Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388



Considerando la estructura de módulos fotovoltaicos como una marquesina, y según el caso más conservador de la tabla anterior, obtenemos el coeficiente eólico con la componente hacia arriba que siempre va a ser la más elevada para la inclinación de 0º.

$$C_p = -2,2 \text{ hacia arriba}$$

$$C_p = 1,8 \text{ hacia abajo}$$

11.2.1.4 tensión del coeficiente de presión estática

Por tanto, con los datos obtenidos en los apartados anteriores, ya se puede obtener la acción global del viento o presión estática:

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

donde:

q_e presión estática en kN/m^2

q_b presión dinámica del viento (kN/m^2) = 0,525625 kN/m^2

c_e coeficiente de exposición = 2,03

c_p coeficiente eólico o de presión exterior = -2,2 (hacia arriba); 1,8 (hacia abajo).

Para determinar el coeficiente de presión estática consideramos el escenario más desfavorable que lo tenemos para el caso de presión hacia arriba (succión),

$$q_e = 0,525625 \times 2,03 \times -2,2 = -2,35 \text{ kN/m}^2 = -239,37 \text{ kg/m}^2$$

Dado que la estructura que nos ocupa presenta un posicionamiento de los paneles solares coplanar y superpuestos a la cubierta, la presión estática hacia abajo en la cubierta tras la instalación de los paneles será la misma que la presión existente sin los paneles, por lo que el coeficiente de presión estática hacia abajo no debe considerarse.

Para el efecto de succión se tiene en cuenta que la estructura a parte de su propio peso está atornillada a las correas de la cubierta con 10 torn. de ϕ 6.3mm cada 12m^2 de estructura con paneles. Conociendo que cada tornillo ST 6.3 tiene una resistencia a tracción de 13,36 kN nos encontramos que:

$$10 \text{ torn.} \times 13,36 \text{ kN} = 130,36 \text{ kN}$$

$$\text{Resistencia a tracción fijaciones: } 130,36 \text{ kN} / 12 \text{ m}^2 = 10,86 \text{ kN/m}^2 = 1089,06 \text{ kg/m}^2$$

Con las consideraciones tomadas se comprueba que las fijaciones tienen una resistencia a tracción que soporta perfectamente la calculada anteriormente hacia arriba con valor de -261,13 kg/m^2 .



DOCUMENTO V: PLIEGO DE CONDICIONES

12. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

Constituye el objeto de este pliego el conjunto de condiciones técnicas mínimas que debe cumplir todo el sistema de generación fotovoltaica hasta el elemento de conexión a red que se proyecta instalar en la cubierta del frontón municipal de Abárzuza.

Es objeto principal asegurar el correcto funcionamiento de la instalación en lo que se refiere a prestaciones, rendimiento y disponibilidad durante el tiempo de vida previsto (25 años).

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

Cualquier modificación parcial o total, tanto en los planos que se acompañan, como en los de detalle de obra que se ejecuten tendrán que ser formulados por el ingeniero-Director.

De todos los materiales, aparatos y medios a emplear y previamente a su utilización, se someterán a la aprobación del Ingeniero-Director, quien podrá rechazarlos sin más requisito, si a su juicio no reúne las condiciones y calidades que se estimen convenientes.

Todos los materiales y unidades de obra cumplirán con los requisitos que para ellos se establezca en los documentos del proyecto.

El Ingeniero-Director podrá en todo momento ordenar la demolición de las unidades de montaje que estime indebidamente ejecutadas o que no reúnen las condiciones convenientes a su juicio.

El Ingeniero-Director podrá ordenar la detención de las obras si observa el incumplimiento de sus órdenes, de las condiciones previstas en los documentos del proyecto, sin que el contratista tenga derecho a reclamación alguna y responsabilizándose de los daños o perjuicios que pudieran derivarse para el propietario y para terceros como consecuencia de tales detenciones.

Durante la ejecución de las instalaciones solo se permitirá el almacenaje de los materiales necesarios y en los lugares fijados a tal fin, de forma que no entorpezcan el normal desarrollo de los trabajos.

La medición de los trabajos se realizará de acuerdo con los criterios que expresamente se convengan en la contrata de las instalaciones y de acuerdo con ésta se determinará el número total de unidades y su valoración, a fin de obra o a efectos de certificaciones parciales. La periodicidad de las certificaciones se establecerá de acuerdo con la propiedad.

El plan de las obras, así como el plazo total de ejecución, se establecerá previo acuerdo con la propiedad.

El plazo de garantía se establecerá de acuerdo con la propiedad para cada unidad de obra y el contratista vendrá obligado a subsanar los defectos o daños que se manifiesten completamente a su cargo. El propietario podrá establecer retenciones en cada certificación y si fuera preciso, deducir de las mismas las cantidades necesarias para la subsanación de los defectos.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388

COIINNA



El contratista se obliga al cumplimiento de toda la legislación vigente, o que pudiera aparecer en el período de duración del contrato, en materia laboral, salarial y de Seguridad Social, así como a la estricta observancia de la Reglamentación de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El contratista asumirá toda la responsabilidad por los daños y perjuicios a terceros que pudieran derivarse de la ejecución de los trabajos a realizar.

Todas las instalaciones que se realicen se harán observando en todo momento las normas de la buena práctica de forma que asegure un correcto funcionamiento de las mismas en todo el período de vida que se les pueda asignar.

Toda modificación por imperativos constructivos o de otra índole, deberá ser aprobada por el Director de Obra, a quien corresponde únicamente la interpretación de este Proyecto.

A todos los efectos se considera parte integrante de este pliego de condiciones todas las indicaciones contenidas en la memoria del proyecto.

Habilitación
 Profesional

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

19/03
 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
 VISADO: 240388



13. CONDICIONES PARTICULARES PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

13.1 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA CONEXIÓN A LA RED

Serán de aplicación las condiciones técnicas de carácter general descritas en el artículo 8 del Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, así como las que tenga reconocidas la empresa distribuidora IBERDROLA, en particular:

- El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas a que se refiere el presente Real Decreto no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que, de acuerdo con la disposición adicional única del presente Real Decreto, resulte aplicable.
- Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución. En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna protección de la línea, las instalaciones fotovoltaicas no deberán mantener tensión en la línea de distribución.
- Las condiciones de conexión a la red se fijarán en función de la potencia de la instalación fotovoltaica, con objeto de evitar efectos perjudiciales a los usuarios con cargas sensibles.
- Para establecer el punto de conexión a la red de distribución se tendrá en cuenta la capacidad de transporte de la línea, la potencia instalada en los centros de transformación y las distribuciones en diferentes fases de generadores en régimen especial provistos del inversor monofásico.
- En el circuito de generación hasta el equipo de medida no podrá intercalarse ningún elemento de generación distinto del fotovoltaico, ni de acumulación o de consumo.
- En el caso de que una instalación fotovoltaica se vea afectada por perturbaciones de la red de distribución se aplicará la normativa vigente sobre calidad del servicio.

13.2 DISEÑO

13.2.1 Diseño del generador fotovoltaico

Generalidades

Los criterios técnicos que tiene que cumplir el módulo fotovoltaico son:

- ✓ Utilizar tecnología de silicio monocristalino tipo con eficiencia mayor al 20%
- ✓ "Half cell" para minimizar el impacto de las sombras





- ✓ Bajo coeficiente de pérdida de potencia por la temperatura $\leq$ a 0.34%/°C
- ✓ Garantía del producto al menos 12 años
- ✓ Garantía de producción lineal durante al menos 25 años y no superior a 0.55% por año y el primer año no superior al 2%
- ✓ Fabricantes dentro del top 10 de fabricación en el año 2021²

Adicionalmente todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo.

Se utilizarán módulos cualificados aportando la documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En todos los casos habrán de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

Orientación e inclinación y sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico se ajustarán a los límites establecidos en la Memoria Descriptiva.

En cuanto a las zonas de sombra, identificadas en los planos, no se podrán emplazar módulos.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras, e incorporarse al Balance Energético, para lo cual se estará a lo prescrito en los Anexos II y III del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE 2002.

El cálculo de la distancia mínima entre filas de módulos se realizará de acuerdo al anexo III de dicho documento.

13.2.2 Diseño del sistema de monitorización

El sistema de monitorización deberá cumplir lo estipulado en el punto 3.6 y que indicamos continuación:

Se dispondrá de un sistema de monitorización de los parámetros principales de la instalación, con al menos las siguientes funcionalidades:

Datos Eléctricos:

- Tarjeta de monitorización del inversor, acorde con el fabricante
- Parámetros de estado de cada una de las series de la instalación a través del propio inversor
- Parámetros eléctricos del inversor: potencia, voltajes, corrientes, etc

Registrador de Datos:

- Está integrado en el propio inversor

² Los 10 mayores fabricantes del mundo ordenador de mayor a menor en el año 2020 han sido: Longi, Jinko, JA Solar, Trina solar, Canadian Solar, Qcells, Risen, CHNT, Firt solar y Suntech.



Contador eléctrico:

- Dispondrá de salida Ethernet bajo RJ45 para permitir telemedida del equipo de medida por parte de la distribuidora, en este caso I-DE (Grupo Iberdrola)

Panel informativo:

- La instalación dispondrá de un panel informativo (mediante pantalla LED interior de uso profesional con uso 16 horas 7 días a la semana de al menos 43 pulgadas) con PC industrial incluido.
- Dispondrá de software para:
 - Mostrar información en tiempo real de la instalación fotovoltaica, al menos la siguiente información: potencia instalada, producción diaria acumulada, producción total y emisiones no vertidas de CO₂
 - Portal web público con información en tiempo real e históricos de la instalación fotovoltaica³
 - Portal web restringido con datos de producción y alarmas para el personal de mantenimiento

Conectividad a red:

- Modem 4G y router.

Se habilitará una línea 4G (o solución de conectividad similar) para el acceso remoto y monitorización del correcto funcionamiento y rendimiento de la planta.

Estos equipos serán plenamente compatibles con el inversor y se dispondrán de buses de comunicaciones que permitan total consulta desde la red y/o internet.

13.3 COMPONENTES Y MATERIALES

13.3.1 Generalidades

Se asegurará un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversor), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la empresa de distribución eléctrica.

³ Según requisitos indicados en RD 477/2021 (Programas de incentivos para la ejecución de instalaciones ligadas al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energías renovables (EERR).

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones de riesgo en el trabajo de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Todos los materiales situados en intemperie deberán ser protegidos contra los agentes ambientales, en particular la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, homologados según la legislación vigente, para asegurar la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas.

En la Memoria Técnica a presentar por el licitador se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse respecto a las prescripciones técnicas del Concurso y el motivo de los mismos.

Asimismo, se facilitarán copias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

13.3.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

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

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas en este PCT e indicados en el punto 12.2.1.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células, así como los circuitos deberán ir por sombreados parciales, los cuales deberán presentar un grado de protección IP65.

Si existen marcos laterales deberán ser de aluminio o acero.

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.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad, 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.





13.3.3 Estructura soporte

Para que se vea comprometida la estructura soporte se deberá cumplir las siguientes especificaciones:

Se aportará una certificación del fabricante que justifique la capacidad portante del sistema de fijación de los paneles.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las 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 según 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 y la realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder al galvanizado o protección de la estructura, siempre y cuando sea el caso.

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.

En ningún caso los topes de sujeción de los módulos ni la propia estructura proyectarán sombra a estos.

Las condiciones estructurales y de materiales del sistema de fijación de paneles quedará expícito en el Pliego de Prescripciones del Proyecto de Estructuras que acompaña.

13.3.4 Inversor

Presentarán las características adecuadas 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 del inversor serán las siguientes:

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

El inversor cumplirá con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, certificadas por el fabricante, e incorporando protecciones frente a:

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388



- 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 para asegurar su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará los siguientes controles manuales:

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

El inversor tendrá un grado de protección mínima IP 20 en el interior de edificios y lugares inaccesibles, de IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

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

13.3.5 Cableado

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

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

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA, la cual será necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de crear algún riesgo por el paso de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

13.3.6 Conexión a red

La instalación cumplirá con las Condiciones Técnicas para la Conexión de Instalaciones Fotovoltaicas a la red BT y con las Normas particulares de instalaciones de enlace de la compañía eléctrica I-DE (Grupo Iberdrola).

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



13.3.7 Equipo de medida

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 10) sobre equipos de medida y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

13.3.8 Protecciones

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Condiciones Técnicas para la Conexión de Instalaciones Fovoltaicas a la red BT y con las Normas particulares de instalaciones de enlace de la compañía eléctrica I-DE (Grupo Iberdrola).

En cuanto a conexiones a la red trifásicas, las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y para la interconexión de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

13.3.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Se realizará un aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico mediante un transformador de aislamiento.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra, que será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

13.3.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética

La instalación cumplirá con las Condiciones Técnicas para la Conexión de Instalaciones Fovoltaicas a la red BT, de la empresa distribuidora IBERDROLA.

13.4 APROVISIONAMIENTO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIALbyd

El instalador fotovoltaico tendrá en cuenta las características de este tipo de instalaciones que obligan, en mayor o menor medida, a considerar debidamente las operaciones previas al montaje.

13.4.1 Aprovisionamiento

El instalador deberá almacenar el material, en condiciones apropiadas para este tipo de material, recibido de los proveedores y se encargará de hacer llegar el material necesario al lugar de la instalación, siendo responsable de la custodia del material hasta su montaje.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



13.4.2 Transporte

Las instalaciones fotovoltaicas pueden ubicarse en lugares alejados de los núcleos urbanos, remotos, aislados y de difícil acceso, con lo que se deberá prestar especial atención a su localización y a las vías de acceso disponibles.

Para el transporte los módulos y del material en general se protegerán con embalaje y se colocarán en cajas de transporte para evitar daños o rotura.

13.4.3 Almacenamiento

Durante el montaje de una instalación fotovoltaica puede ser necesario el almacenamiento provisional del material. A este aspecto, el instalador debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

El material fotovoltaico, especialmente los módulos, puede ser objeto de robos, por lo que se recomienda su almacenamiento en lugares cerrados o vigilados.

Durante el almacenamiento en vías de paso transitadas, debe preverse cualquier manipulación indebida, golpes o caídas fortuitas del material, ocasionadas principalmente por personas ajenas a la instalación. Teniendo en cuenta que los módulos son los que requieren una mayor atención respecto a este tipo manipulaciones.

Se debe evitar la exposición del material a condiciones ambientales desfavorables, como el almacenamiento a la intemperie de elementos sin el grado IP adecuado.

13.5 RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador a cargo del montaje de la instalación aportará albarán y certificados de los materiales instalados al adjudicatario de la planta, con copia al ayuntamiento de Abárzuza.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversor, contadores) se deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica de los equipos, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este pliego, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento. - Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I del Pliego de Prescripciones del IDEA (2002).

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional solo se firmará tras haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado





correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado y cumpliéndose los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, instruyendo al personal de operación para este tipo de instalaciones y procesos.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, tendrán una garantía de tres años con lo que se protegerá frente a defectos de fabricación, instalación o diseño, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

Sin embargo, el instalador estará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. Con lo que deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE



13.6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

13.6.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo con una duración mínima de tres años, renovándose por un periodo de la misma duración y así sucesivamente hasta el vencimiento del contrato de conexión demanial (25 años).

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

13.6.2 Programa de mantenimiento

Se pautarán unas condiciones generales mínimas a seguir para el adecuado mantenimiento de la instalación.

Se definen dos tipos de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento y la producción:

Mantenimiento preventivo:

Operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Mantenimiento correctivo:

Todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil.

Éste último incluye:

- La visita a la instalación al menos cada seis meses y cada vez que se produzca una avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita semestral en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones y cadenas de módulos.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- Realización de un informe técnico o checklist de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.
- Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

13.7 CERTIFICADOS, GARANTÍA Y SEGUROS

13.7.1 Certificados de material

Con la documentación definitiva se adjuntarán los certificados de fábrica de las placas solares, del inversor y de la Central completa:

- a) Placas solares
 - Certificado de IEC 61215: 04.1993
 - Certificado de elementos de Clase II
 - Certificado de fabricante
- b) Inversor Idem
- c) Protocolo de pruebas de la central solar
(A realizar en la puesta en marcha)

13.7.2 Garantías

Con la instalación se deberá incluir al menos:

- 2 años de garantía contra todo defecto de montaje y mal funcionamiento, contado a partir de la Recepción Provisional.
- 5 años de garantía del inversor.
- 12 años de garantía para los módulos.

Se adjuntará en la documentación definitiva los certificados de garantía de la central fotovoltaica, paneles solares e inversor.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



Estas condiciones mínimas de garantía no podrán ser modificadas de mutuo acuerdo entre el adjudicatario de la planta y el instalador sin la conformidad previa del ayuntamiento de Abárzuza y, en todo caso no podrán contradecir lo establecido por la legislación vigente.

13.7.3 Seguros

Se deberá contratar un seguro de la planta fotovoltaica durante toda la duración de la concesión administrativa para cubrir los daños materiales de la propia instalación y los daños producidos a la edificación sobre la que se implantan, así como la paralización de la actividad y la responsabilidad civil general.

Las coberturas principales de este seguro serán:

- Coberturas básicas (Incendio, Caída de rayo, explosión).
- Riesgos extensivos (Vandalismo, pedrisco, inundación, rotura de cristales, choque de vehículos, ...).
- Robo, expoliación y deterioros por estas causas.
- Paralización de la actividad por las causas anteriores (hasta 45 días)
- Responsabilidad civil (hasta 150.000 €).

En cada caso se definirán las franquicias mínimas, en especial aquellas derivadas de la falta de vigilancia y cierre de la instalación en el supuesto de robo o vandalismo.

Estas condiciones mínimas de seguro no podrán ser modificadas entre las partes, el promotor de la planta y/o el instalador y la compañía de seguros, sin el reconocimiento y aceptación expresa del promotor, y en todo caso no podrán contravenir lo establecido por la legislación vigente.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388





DOCUMENTO VI: GESTIÓN DE RESIDUOS

14. ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS

Se prescribe el presente Estudio de Gestión de Residuos, como anejo al presente proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el REAL DECRETO 105/2008, DE 1 DE FEBRERO, POR EL QUE SE REGULA LA PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

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

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

14.1 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

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

Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Código	RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
De naturaleza no pétreo	
150103	Madera
170203	Plástico

En la siguiente tabla se muestra el volumen estimado de residuos generados:

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE



Estimación de volumen de residuos	
Residuos considerados	Volumen estimado (m³)
Palés	2,4
Cartón	1,2
Embalajes de plástico	1,2

Estos residuos pertenecen a embalajes de módulos fotovoltaicos e inversor. Una vez finalizada la obra se depositaron en los contenedores situados en las inmediaciones del edificio.

El aluminio se servirá en obra ya cortado y dimensionado para prevenir la generación de residuos. No se prevé obra civil.

Los envases de polímero cumplirán la normativa europea de residuos no peligrosos y serán depositados en los contenedores de plástico.

14.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

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

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

La estructura es de aluminio y se sirve en obra cortado a medida para prevenir futuros residuos. No hay obra civil.

El montaje de la estructura se realiza cumpliendo con la normativa vigente y en concreto, con el Real Decreto 396/2006 que permite que se realicen determinados trabajos sin que sea necesario que la empresa esté inscrita en el RERA, ni tenga que presentar un plan de trabajo ni hacer vigilancia específica de la salud, eximiéndolo además de otros deberes documentales.

Para darse tales exenciones se deben cumplir tres condiciones comunes:

Tratarse de exposiciones esporádicas, sólo durante el perforado.

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

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

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
 Habilitación Profesional

19/03
 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
 VISADO: 240388



Y además los trabajos también consisten en la encapsulación y sellado para evitar las goteras sin que, en ningún caso, implique riesgo de liberación de fibras.

Por consiguiente, el montaje se realiza cumpliendo con las medidas idóneas de prevención (técnicas, organizativas y de higiene personal y protección); además, los trabajadores disponen de toda la formación y equipos exigidos legalmente, así como; la información necesaria y especificada en el RD mencionado.

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

En este sentido, el Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

14.3 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

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

14.4 PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

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

14.5 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA

El coste previsto para la manipulación de los residuos de construcción demolición de la obra descrita en el presente proyecto está incluido en el presupuesto.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





DOCUMENTO VII: PRESUPUESTO

15. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

En las páginas siguientes se aporta clasificado por capítulos, las mediciones y el presupuesto del presente proyecto.

C01_MOD	MODULOS FOTOVOLTAICOS				
C01MOD_001	MODULO TSM-DE17M(II)-450 DE TRINA SOLAR, 450W	Wp	31.500,00	0,31	9.765,00
	Campo fotovoltaico compuesto por 31,5 KWp correspondientes a la instalación de 70 módulos fotovoltaicos de 450 Wp totalmente instalado y conexonado. Características relevantes del módulo: - Células Monocrystalline - Alta eficiencia de conversión de los módulos (hasta el 20,6%) - Bajo coeficiente de pérdida de potencia por la temperatura <= a 0.34%/°C - Robusto marco de aluminio que ofrece alta resistencia - Módulos equipados con conectores MC IV para permitir una instalación rápida y segura - Fabricante top 10 del año 2021 Garantías de modulo - 12 años de garantía de producto - 25 años degradación anual < 0,55% y primer año no superior al 2% - Certificaciones IEC 61215 e IEC 61730				
TOTAL CAPITULO Nº 1: C01·MOD·MODULOS FOTOVOLTAICOS					9.765,00

C02_INV	INVERSORES FOTOVOLTAICOS Y ALMACENAMIENTO				
C02INV_001	INVERSOR GOODWE GW20K-ET	Ud.	3,00	5.332,00	15.996,00
	20 KW Conectores rápidos MC4, control strings y seccionador DC Configuración para España para inyección a red en autoconsumo y certificado correspondiente Totalmente instalados y conexonados Incluido sistema de comunicaciones				
C02INV_002	BYD BATTERY-BOX PREMIUM HVS 12.8	Ud.	3,00	7.455,00	22.365,00
	12,8 kWh disponibles Dimensiones 1411x585x298 mm Corriente de salida de 25 A. 512V nominales. Totalmente instalados y conexonados				
TOTAL CAPITULO Nº 2: C02·INV·INVERSORES FOTOVOLTAICOS Y ALMACENAMIENTO					38.361,00

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



C03_SOP	ESTRUCTURA SOPORTE				
C03SOP_001	ESTRUCTURA SOPORTE SUPORTS SISTEMA COPLANAR E INCLINADO BÁSICO Ud. Suministro de estructura metálica de ALUMINIO 6005-T6 soporte para instalación coplanar sobre cubierta de 144 módulos (2094 X 1038 X 35 mm). Sistema Coplanar Básico e InclinaDo Perfilería portamódulos de tipo I. SIN ALAS 0.65 continuo, barras de 4600 y 2280 mm. Piezas de ALUMINIO con su tornillería acero inox. A2 (AISI 304). Tornillería para uniones de acero inox. A2 (AISI 304): Allen, tuercas cuadradas y arandelas de seguridad M8. Totalmente instalado y conexionado.	1,00	5.863,00	5.863,00	
C03SOP_002	ELEMENTOS DE FIJACIÓN, ANCLAJE Y ESTANQUEIDAD Ud. 1 MATERIAL/DESIGNACIÓN Perfil correa V3 longitud = 4800 mm. 24uds. Perfil correa V3 longitud = 3800 mm. 4uds. Pletina de anclaje mecanizada Inox. A2. 120 uds. Tornillo cabeza de martillo M-8 x 25 Inox. A2. 120 uds. Arandela de ala ancha DIN 9021 M-8 Inox. A2. 120 uds. Tuerca hexagonal DIN 6923 Con collar biselado M-8. Inox A2. 120 uds. Grapa final para panel de 30 mm. 16 uds. Tornillo cabeza de martillo M-8 x 45 Inox. A2. 60 uds. Tuerca hexagonal DIN 6923 Con collar biselado M-8. Inox A2. 60 uds. Tornillo cabeza de martillo M-8 x 45 Inox. A2. 120 uds. Tuerca hexagonal DIN 6923 Con collar biselado M-8. Inox A2. 120 uds. Conector correa V3. 116 uds. Varilla roscada M-10 Inox. A2 L= 250 mm. 120 uds. Cartucho 300 ml Epoxi C/Cánula. 8 uds. Arandela Tronco-Cónica M10 EPDM. 120 uds. Arandela de ala ancha DIN 9021 M-10 Inox. A2. 240 uds. Tuerca hexagonal DIN 934 M-10. Inox A2. 120 uds. Tuerca hexagonal DIN 6923 Con collar biselado M-10. Inox A2. 240 uds.	1,00	950,00	950,00	
C03SOP_003	OTROS SERVICIOS: ALQUILER PLATAFORMA Día natural Alquiler de plataforma elevadora de tijera diesel de 20 MTS para el montaje de la estructura. Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97. Seguro de Responsabilidad Incluido.	7,00	325,00	2.275,00	
TOTAL CAPITULO Nº 3: C03-SOP ESTRUCTURA SOPORTE				9.088,00	

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388

COIINNA



C04_BT INSTALACIÓN ELECTRICA BAJA TENSIÓN					
C04BT_001	EQ.MEDIDA Y ACCESORIOS ARMARIO CPM Ud. Equipo de medida directa para potencia nominal de 60 kW y con salida ethernet totalmente instalado y conexionado. Incluidos elementos accesorios que requiera el cuadro CPM. Incluido 40 metros de cable de datos F/UTP cat 5 para uso exterior.	Ud.	1,00	219,38	219,38
C04BT_002	CUADRO GENERAL. BT Ud. Cuadro general en BT, completamente instalado, mecanizado, montado y rotulado. Nota: los elementos de protección tendrán un poder de corte mínimo de 10 kA. Compuesto de los siguientes elementos: - Cuadro HIMEL tipo PLM-54 - Placa de montaje HIMEL tipo MB-54 - 1 Int. Gral. Magnetotérmico regulable IV/160-4P-100A Pc=10KA - 1 Int. Diferencial 100A / 4P / 600mA - 1 Int. Magnetotérmico II / 100A / 4p / - 1 Juego fusibles 25 A - 1 Descarg. Sobretensiones DEHN 900520 - Racores y prensaestopas - Pequeño material, canal, conexionado - Totalmente montado y conexionado.	Ud.	1,00	1.543,00	1.543,00
C04BT_003	CIRCUITO CU RZ1K PVC 0H 5X16 mm ² (Tramo 2) (3 tramos de 14m) ML. Circuito eléctrico realizado en bandeja UNEX-PVC con conductores de cobre unipolares aislados tipo RZ1-K (AS) 0-HALOGENO "no propagador de la llama", para una tensión nominal de 1.500V, y sección 1x4x16 mm ² + 1x16 TT, en sistema trifásico, (3 fases + neutro + protección), incluido p./p. de elementos de fijación y conexionado	ML	42,00	38,50	1.770,25
C04BT_004	CABLE TIERRA CU H07V – R/U/K de 750 V 1X4 mm ² (TT tramo 1) ML. Circuito eléctrico de toma de tierra para equipotencial de la estructura metálica de soporte de los módulos solares y compuesto por conductores de cobre unipolares H07V – R/U/K de 750 V de tension nominal amarillo-verde, y sección 1x4 mm ² , incluido instalación.	ML	86,00	3,02	259,72
C04BT_005	CONDUCTOR EXZ SOLAR ZZ-F (AS) 1x4 y Conect. MC4 (Tramo 1) ML. Conductor unipolar de cobre estañado flexible clase 5, con aislamiento y cubierta exterior termoestable libre de halógenos, para conexionado entre placas fotovoltaicas en sistemas de corriente continua, con resistencia a la intemperie, resistencia a temperaturas entre -40 y 120°C, con una garantía de funcionamiento mínima de 30 años, de 1x4 mm ² de sección, colocado y conexionado, i/terminales. Marca/modelo: GENERAL CABLE EXZHELLENT SOLAR FOTOVOLTAICO ZZ-F (AS) 1x4 mm ² ó similar, 25 conectores MC4 y bridas sujeccion cableados.	ML	500,00	2,96	1.480,00
C04BT_06	BANDEJA UNEX PVC+ABS 60x100mm ML. Bandeja lisa UNEX en PVC+ABS Ref.66101-44 de 60x100 mm, formando un canal cerrado con tapa a presión, i/tapa, accesorios, adaptadores y elementos de acabado y fijación necesarios para su colocación, completamente instalada.	ML	11,00	25,00	275,00
C04BT_07	TUBO PVC RIGIDO USO EXTERIOR ML. Tubo PVC rígido blindado 0-HALOGENO uso exterior de D=95 mm incluido accesorios de fijación, completamente instalada. Para cableados positivos y negativos del inversor	ML	25,00	6,50	162,50
TOTAL CAPITULO Nº 4: C04-BT INTALACIÓN ELECTRICA BAJA TENSIÓN					5.709,85

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



C05_MON MONITORIZACION Y COMUNICACIONES					
C05MON_001	ELEMENTOS DE COMUNICACIONES	Ud.	1,00	371,73	371,73
Hardware de comunicaciones mediante modem 4G/Router para el acceso a internet y comunicación de inversores, contador de medida y información para panel informativo. Incluido integración y sistema de alimentación.					
C05MON_002	SOFTWARE DE MONITORIZACIÓN	Ud.	1,00	866,00	304,14
El software permitira mostrar información en tiempo real de la instalación fotovoltaica, al menos la siguiente información: potencia instalada, producción diaria acumulada, producción total y emisiones no vertidas de CO2 Portal web público con información en tiempo real e históricos de la instalación fotovoltaica Portal web restringido con datos de producción y alarmas para el personal de mantenimiento Pantalla LED ya instalada en el ayuntamiento					
TOTAL CAPITULO Nº 5: C03-MONIORIZACION Y COMUNICACIONES					675,87

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



C06_PRY PROYECTO TÉCNICO Y ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD					
C06PRY_003	PROTECCIONES INDIVIDUALES. CASCO SEGURIDAD Casco de seguridad con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, para uso normal y eléctrico hasta 440 V. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Ud.	6,00	6,52	39,12
C06PRY_004	PROTECCIONES INDIVIDUALES. CASCO SEGURIDAD DIELECTRICO Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Ud.	6,00	6,45	38,70
C06PRY_005	PROTECCIONES INDIVIDUALES. GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Ud.	6,00	4,65	27,90
C06PRY_006	PROTECCIONES INDIVIDUALES. PETO DE TRABAJO Peto de trabajo 65% poliéster-35% algodón, distintos colores (amortizable en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Ud.	6,00	12,30	73,80
C06PRY_007	PROTECCIONES INDIVIDUALES. IMPERMEABLE 3/4. PLÁSTICO Impermeable 3/4 de plástico, color amarillo (amortizable en 1 uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Ud.	6,00	9,85	59,10
C06PRY_008	PROTECCIONES INDIVIDUALES. CHALECO REFLECTANTE Chaleco de obras con bandas reflectante. Amortizable en 1 usos. Certificado CE. s/R.D. 773/97.	Ud.	6,00	5,95	35,70
C06PRY_009	PROTECCIONES INDIVIDUALES. GUANTES RESIST. AL CORTE Par de guantes alta resistencia al corte. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Ud.	6,00	8,20	49,20
C06PRY_010	PROTECCIONES INDIVIDUALES. GUANTES AISLANTES 10.000 V. Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión de hasta 10.000 V, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Ud.	6,00	14,28	85,68
C06PRY_011	PROTECCIONES INDIVIDUALES. BOTAS SEGURIDAD Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Ud.	6,00	28,25	169,50
C06PRY_012	PROTECCIONES INDIVIDUALES. BOTAS AILANTES Par de botas aislantes para electricista hasta 5.000 V. de tensión (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Ud.	6,00	15,65	93,90
C06PRY_013	PROTECCIONES INDIVIDUALES. RODILLERAS ERGONÓMICAS Par de rodilleras ajustables de protección ergonómica (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Ud.	6,00	4,82	28,92
C06PRY_014	PROTECCIONES INDIVIDUALES. EQUIPO TRABAJO EN ALTURA Equipo completo para construcciones metálicas compuesto por un arnés de seguridad con amarre dorsal y pectoral doble regulación, cinturón de amarre lateral con anillas forjadas, un dispositivo anticaídas 10 m. de cable, un distanciador, incluso bolsa portaequipos. Amortizable en 5 obras. Certificado CE Norma EN 36- EN 696- EN 353-2. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	Ud.	6,00	59,32	355,92
Código	Denominación	Ud.	Cantidad	Precio	Total
C06PRY_015	PROTECCIONES COLECTIVAS. PANEL COMPLETO PVC 700x1000 mm. Panel completo serigrafado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Tamaño 700x1000 mm. Válido para incluir hasta 15 símbolos de señales, incluso textos "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", i/colocación. s/R.D. 485/97.	Ud.	1,00	11,14	11,14
C06PRY_016	PROTECCIONES COLECTIVAS. EXTINTOR CO2 Extintor de CO2 (anhídrido carbónico o nieve carbónica) con eficacia tipo B y 89B de 5 kg.	Ud.	1,00	70,18	70,18
C06PRY_017	PROTECCIONES COLECTIVAS. LINEA DE VIDA Suministro e instalación de sistema de protección contra caídas de altura mediante línea de anclaje horizontal permanente, de cable de acero, sin amortiguador de caídas, clase C, anclajes de acero inoxidable AISI 316, cable flexible de acero inoxidable AISI 316, de 10 mm de diámetro, compuesto por 7 cordones de 19 hilos; tensor de caja abierta, conjunto de un sujetacables y un terminal manual; protector para cabo; placa de señalización y conjunto de dos precintos de seguridad. Incluso fijaciones de anclajes a los bloques de sujeción de los módulos. Totalmente montada y certificada.	Ud.	1,00	1.250,04	1.250,04
TOTAL CAPITULO Nº 6: C06-PRY_ SEGURIDAD Y SALUD					2.388,80





C07_DIR	DIRECCIÓN DE OBRA Y SERVICIOS DE SEGURIDAD E HIGIENE				
C07DIR_002	COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD Partida alzada a justificar por el importe de la dirección del proyecto de seguridad y salud	Ud.	1,00	1.179,36	1.179,36
C07DIR_003	SERVICIOS SEGURIDAD E HIGIENE. RECONOCIMINETO MÉDICO Reconocimiento médico especial anual trabajador, compuesto por estudio de agudeza visual, audiometrí-a, electro, espirometrí-a, iones, ecografi-a abdominopélvica y análisis de sangre y orina con 12 parámetros. Coste prorrateado.	Ud.	6,00	25,31	151,86
C07DIR_004	SERVICIOS SEGURIDAD E HIGIENE. . COSTO FORMACION SEG. HIG. Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado. Coste prorrateado.	Ud.	1,00	43,34	43,34
C07DIR_005	GESTION DE RESIDUOS Estudio de gestión de residuos	Ud.	1,00	250,00	250,00
TOTAL CAPITULO Nº 7: C07-DIR_DIRECCIÓN DE OBRA Y SERVICIOS DE SEGURIDAD E HIGIENE					1.624,56

16. RESUMEN PRESUPUESTO

RESUMEN PRESUPUESTO					
Código	Denominación	Ud.	Cantidad	Precio	Total
C01 MOD	MODULOS FOTOVOLTAICOS				9.765,00
C02 INV	INVERSORES FOTOVOLTAICOS				38.361,00
C03 SOP	ESTRUCTURA SOPORTE				9.088,00
C04 BT	INSTALACIÓN ELECTRICA BAJA TENSIÓN				5.709,85
C05 MON	MONITORIZACION Y CONTROL				675,87
C06 PROY	SEGURIDAD Y SALUD				2.388,80
C07 DIR	SERVICIOS DE SEGURIDAD E HIGIENE				1.624,56
TOTAL PRESUPUESTO					67.613,08

El presente presupuesto asciende a la cantidad de SESENTA Y SITE MIL SEISCIENTOS TRECE EUROS CON OCHO CENTIMOS.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



DOCUMENTO VIII: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

17. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD

El Autor del Estudio de Seguridad y Salud declara que es su voluntad la de Identificar los riesgos y evaluar la eficacia de las protecciones previstas sobre el proyecto y en su consecuencia, diseñar cuantos mecanismos preventivos se puedan idear a su buen saber y entender técnico, dentro de las posibilidades que el mercado de la construcción y los límites económicos permiten.

Es obligación del Contratista disponer los recursos materiales, económicos, humanos y de formación necesarios para conseguir que el proceso de producción de construcción de esta obra sea seguro.

Este estudio de seguridad y salud, es un trabajo de ayuda al Contratista para cumplir con la prevención de los riesgos laborales y con ello influir de manera decisiva en la consecución del objetivo principal en esta obra: lograr ejecutarla sin accidente laborales ni enfermedades profesionales.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se redacta para 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, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

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 del 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.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



18. OBLIGACIONES

Durante la ejecución de obras se deberán cumplir una serie de normas para facilitar la coordinación en materia de seguridad y definir las medidas propias de seguridad a adoptar, las cuales se enumeran a continuación:

El contratista deberá tener a todo su personal dado de alta en la Seguridad Social y deberá presentar los documentos que lo justifiquen para que el trabajador pueda acceder a la obra.

Todo el personal de la obra deberá llevar una identificación personal donde figurará su nombre y el nombre de la empresa a la que está directamente adscrito. Esta identificación será facilitada por el constructor y deberá llevarse en lugar visible.

La empresa constructora presentará un acta de la reunión de seguridad a la que haya asistido el trabajador, con la firma de este.

Se fijará una reunión semanal como mínimo entre los responsables de seguridad de todos y cada uno de los contratistas.

Todas las empresas dispondrán en la obra de una copia de su Plan de Seguridad y Salud, aprobado por la Coordinación de Seguridad, y de todos sus documentos anexos, como Manuales o Normas específicas de cada empresa.

Se dispondrá del Plan de Emergencia con el contenido mínimo indicado en el Pliego de Condiciones de este Estudio de Seguridad.

Todos los contratistas elaborarán una lista exhaustiva de todas sus empresas subcontratadas, actualizándola oportunamente.

El presupuesto de seguridad y salud incluido en este Estudio de Seguridad es orientativo y corresponde al global de la obra. El coste de las medidas de seguridad y salud de cada contratista está repercutido en las partidas de obra, y así constará en la petición de oferta cursada.

El Comité de Previsión del promotor velará por la aplicación eficaz del sistema de seguridad y salud de la obra: Coordinación, Contratistas y personal del promotor. El cumplimiento, por parte del personal del promotor, de las medidas de seguridad acordadas será vigilado directamente por el Comité de Prevención del promotor.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388





19. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 09 de marzo de 1971.
- Ley de 31/1995 de 08 de noviembre (BOE nº 268 y 269 de 09 y 10 de noviembre de 1.995). Seguridad e Higiene en el trabajo, prevención de Riesgos Laborales.
- R D. 39/1997 de 17-01-199-(BOE nº 27 de 31-01-1997) Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R. D. 1627/1997 de 24 de octubre (BOE nº 256 del 25-10-1997) Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- R D. 486/1997 del 14 de abril de 1997 (BOE nº 97 de 23-04-1997) Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo Directivas 89/391/CEE, 92/85/CEE, 94/33/CEE y 91/383/CEE, relativas a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores.
- Convenio 155 de la O.I.T., sobre seguridad y salud de los trabajadores.
- Normas técnicas reglamentarias sobre homologación de medios de Protección personal del Ministerio de Trabajo.
- Cascos de seguridad no metálico B.O.E. 30-12-74.
- Protecciones auditivas B.O.E. 1-9-75.
- Guantes aislantes de la electricidad B.O.E. 3-9-75.
- Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos B.O.E. 12-2-80.
- Adaptadores faciales B.O.E. 6-9-75. Cinturón de sujeción 2-9-77.
- Gafas de montura universal para protección contra impactos. B.O.E. 7-2-79.
- Cinturones de suspensión B.O.E. 17-3-81.
- Plantillas de protección frente a riesgos de perforación B.O.E. 13-10-81.
- Aislamiento de seguridad de las herramientas manuales, en trabajos eléctricos de B.T.. B.O.E. 10-10-81.
- Bota impermeable al agua y a la humedad B.O.E. 22-12-81.
- Dispositivos anticaídas B.O.E. 14-12-81.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión B.O.E. 9-10-73 e instrucciones técnicas complementarias.
- Estatuto de los trabajadores B.O.E. 114-03-80.
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa B.O.E. 27-11-59.
- Reglamento de Régimen Interno de la Empresa Instaladora.
- Plan Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo B.O.E. 11-3-71.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



Obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad e Higiene en los proyectos de edificación y obras públicas. R.D. 555/86 de 21-2-86, B.O.E. 21-3-86.

Orden de 20 de septiembre de 1.986 (B.O.E. 13-10-86), por el que se establece el Libro de Incidencias en las obras en que es obligatorio el estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Ley 8/1.988 de 7 de abril sobre Infracción y Sanciones de Orden Social.

Real Decreto 1495/1.986 de 26 de Mayo sobre Reglamento de Seguridad en las Máquinas.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



20. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de " INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 40 + 20 KW (41,31 + 31,50 kWp) Y 38,4 kWh DE ALMACENAMIENTO CONECTADA A RED EN ABÁRZUZA (NAVARRA)" ubicado según se indica en la memoria.

El Plazo de ejecución de las obras una vez iniciadas será el que se estipule en el "pliego de oferta" del contratista.

Se redacta el estudio básico de seguridad y salud al no estar incluidas las obras correspondientes a la actividad indicada, en el artículo 4 del R.D. por:

- a) Ser el presupuesto inferior a 450.000.000 €.
- b) Ser la duración estimada de la obra de menos de 30 días laborables y no emplearse en ningún momento a más de 20 trabajadores.
- c) Ser el número de jornales de obra inferior a 500.
- d) No tratarse de obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas o pozos.

20.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

PLANTA FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

Se realizará la Instalación de una planta solar sobre la cubierta de frontón de Abárzuza que constará de:

- Saneamiento y pintado de estructura en cubierta.
- Colocación de elementos estructurales auxiliares, soldaduras, utilización de martillo eléctrico rotopercusor, elevación y colocación de elementos de peso.
- Apertura de zanja con pala excavadora, vertido de relleno sobre zanja, ensamblaje e instalación de tubo de PE.
- Instalación de paneles solares, elevación mediante grúa, instalación del inversor de potencia, instalación de armarios eléctricos sobre zapatas en suelo, instalación de caseta, instalación de líneas de baja tensión enterradas o adosadas a la edificación interconectando los distintos elementos de la instalación.
- Instalación de la puesta a tierra, instalación de elementos de telemedida y realización de pruebas de funcionamiento y rendimiento.

20.2 SITUACIÓN DE LA OBRA

La instalación se realizará en la ubicación indicada en la memoria.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388

COIINA



20.3 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

El Presupuesto de Ejecución Material de las obras proyectadas se estima en la cantidad de (ver apartado mediciones y presupuesto).

Se estima una duración de las obras de 2 semanas.

Se prevé una carga máxima de 2 trabajadores simultáneamente durante el plazo de ejecución.

20.4 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Antes del inicio de cualquier trabajo en la zona de la obra será necesario, por parte de la Empresa Adjudicataria, contrastar la veracidad de la información mostrada en los planos con el fin de conocer y detectar los servicios afectados por la obra y que no se indican en los planos de proyecto (agua, gas, oxígeno, AT y BT, telefonía, alcantarillado, ...etc.), para estar prevenidos ante cualquier eventualidad.

20.5 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Las unidades constructivas que componen la obra son las siguientes:

Montaje de equipos:

- Movimiento de cargas
- Instalaciones mecánicas: equipos y canalizaciones
- Instalación eléctrica

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





21. DEFINICIÓN DE LOS RIESGOS: MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN

21.1 MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA

21.1.1 Descripción de los trabajos

Se realizará el montaje de una estructura metálica auxiliar soldada o anclada mediante placas a la cubierta del edificio existente, se deberá restablecer la impermeabilización en caso de deterioro como causa del montaje.

21.1.2 Riesgos más frecuentes

- Vuelco de las pilas de acopio de perfilería.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas de elementos punteados.
- Atrapamientos por objetos pesados.
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.
- Quemaduras.
- Radiaciones por soldadura con arco.
- Caídas de personas o de objetos a niveles inferiores.
- Partículas en los ojos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Explosión de botellas de gases licuados.
- Quemaduras (sellados, impermeabilizaciones en caliente.
- Lesiones en los ojos por los rayos ultravioletas emitidos por el arco.
- Contactos eléctricos por falta de protección y aislamiento.
- Inhalación de humos nocivos producidos en la soldadura.
- Incendio.

21.1.3 Normas básicas de seguridad

- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de la perfilería.
- Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 m.

Habilitación

Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388

COIINA

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE



- Los perfiles se apilarán clasificados en función de sus dimensiones.
- Las maniobras de ubicación "in situ" de pilares y vigas (montaje de la estructura), serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán el perfil mediante sogas sujetas a sus extremos, siguiendo las directrices del tercero.
- Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje. Se evitará el oxicorte en altura, en la intención de evitar riesgos innecesarios.
- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo.
- Se exige el uso de recoge-pinzas.
- Se prohíbe tender las mangueras o cables eléctricos de forma desordenada. Siempre que sea posible se colgará de los "pies derechos", pilares o paramentos verticales.
- Las botellas de gases en uso en la obra permanecerán siempre en el interior del carro portabotellas correspondiente.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Para soldar sobre tajos de otros operarios se tenderán "tejadillos", viseras, protectores en chapa.
- El ascenso o descenso a/de un nivel superior se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue o inmovilidad, dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m de altura de desembarco.
- Las operaciones de soldadura de jácenas se realizarán desde andamios metálicos tubulares provistos de plataformas de trabajo de 60 cm de anchura, y de barandilla perimetral de 90 cm compuesta de pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca.
- Se paralizarán los trabajos sobre la cubierta bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h., (lluvia, heladas y nieve).
- Todos los huecos de la cubierta permanecerán tapados.

21.1.4 Protecciones personales

- Casco de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Botas de seguridad con suela aislante.
- Guantes de cuero impermeabilizados.
- Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Manoplas de soldador.

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE



- Mandil de soldador.
- Polainas de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de mano para soldadura.
- Gafas de soldador.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Trajes para tiempo lluvioso.

21.1.5 Protecciones colectivas

- Protecciones para trabajos eléctricos.
- Protecciones para trabajos en altura.
- Protecciones mecánicas.
- Extintor de polvo polivalente.
- Señal normalizada de punto de extintor.
- Formación e información de los trabajos.
- Personal especializado.
- Señal prohibiendo el paso a toda persona ajena a la obra.

21.2 MONTAJE DE EQUIPOS

21.2.1 Descripción de los trabajos

El montaje de la Planta Fotovoltaica comprende la colocación e instalación de los siguientes equipamientos:

- Estructura de Soporte.
- Instalación de Paneles Solares.
- Montaje de equipos y aparamenta eléctricos.

21.2.2 Movimiento de cargas

21.2.2.1 Descripción de los trabajos

Será suficiente la utilización de medios mecánicos menores y solo se prevé la utilización de medios grúa para movimientos de material de peso medio.

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



21.2.2.2 Riesgos más frecuentes

- Golpes y atrapamientos con la carga y las eslingas.
- Caída de la carga sobre personas.
- Caída de personas.

21.2.2.3 Normas básicas de seguridad

- Usar guantes de cuero y lona (usuales).
- Utilizar eslingas adecuadas al peso de la carga, eventualmente cables.
- Sujetar por dos puntos las cargas, para evitar que balanceen y puedan golpear a alguien. Guiarlo con una cuerda si es necesario.
- Situar el gancho y los cables centrados sobre la carga.
- No levantar cargas con las eslingas enredadas o con nudos o sobre aristas lisas y cortantes.
- Apartar las manos para que no sean atrapadas entre las eslingas y alejarse a un lugar seguro donde no pueda ser golpeado por la carga o lanzado al vacío (no situarse en el borde de cubierta o forjado).
- No permanecer bajo cargas suspendidas.

21.2.2.4 Protecciones personales

- Guantes de cuero y lona.
- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Calzado homologado.

21.2.2.5 Protecciones colectivas

- Señalización de la zona de trabajo.

21.2.3 Instalaciones mecánicas: Equipos y canalizaciones

21.2.3.1 Descripción de los trabajos

La obra comprende trabajos de montaje de los equipos descritos anteriormente.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





21.2.3.2 Riesgos más frecuentes

Los riesgos más frecuentes son:

- Desprendimientos de cargas suspendidas.
- Caídas de personal que intervienen en los trabajos, al no usar los medios de protección y amarre adecuados.
- Golpes y heridas con objetos metálicos.
- Caídas de materiales
- Caídas al vacío.
- Atrapamientos por objetos.
- Caídas al mismo nivel.
- Partículas en los ojos.
- Contactos con la corriente eléctrica.
- Electrocuciiones, interferencia con redes eléctricas.

21.2.3.3 Normas básicas de seguridad

- Se habilitarán espacios para el acopio de equipos.
- Los equipos se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera.
- Las maniobras de ubicación "in situ" de piezas pesadas, si fuera el caso, serán gobernados por tres operarios, dos de ellos guiarán mediante sogas atadas a sus extremos y la tercera dirigirá la maniobra.
- Durante el montaje de cada pieza la empresa encargada del montaje señalará la zona de trabajo impidiendo el tránsito y la estancia de personas ajenas al montaje.
- Se prohíbe tender las mangueras o cables eléctricos de forma desordenada, se colgarán de pie derechos, pilares o paramentos verticales.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Las escaleras estarán provistas de mecanismo antideslizante en su pie y ganchos de sujeción en su parte superior.
- El contratista de obra civil será el responsable de acondicionar los caminos por los que vayan a circular los medios auxiliares de elevación de las distintas piezas a montar.

21.2.3.4 Protecciones personales

- Guantes de seguridad.
- Casco de seguridad homologado.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
 VISADO: 240388



- Cinturones de seguridad y arneses homologados del tipo de sujeción, empleándose estos solamente en el caso excepcional de que los medios de protección colectiva no sean posibles, estando anclados a elementos resistentes.
- Calzado homologado provisto de suelas antideslizantes.
- Mono de trabajo con perneras y mangas perfectamente ajustadas.

21.2.3.5 Protecciones colectivas

- Puntos fijos de amarre para cuerdas auxiliares y cinturones de seguridad.
- Las escaleras y/o plataformas usados en la instalación, estarán en perfectas condiciones teniendo barandillas resistentes y rodapiés.
- Zona de trabajo limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.
- Escaleras de tijera provistas de tirantes para así delimitar su apertura.
- Escaleras manuales con tacos antideslizantes.
- Señalización adecuada de las zonas donde se esté trabajando.
- Señalización adecuada de cuadros eléctricos.
- Protecciones para cubrir las caídas desde altura en situaciones de montaje de maquinaria y equipos, empleando barandillas metálicas desmontables por su fácil colocación y adaptación a diferentes tipos de huecos, constando éstas de dos pies derechos metálicos anclados al suelo con barandillas de 90 cm de altura, provistas de rodapié de 15 cm.

21.2.4 Instalación eléctrica

21.2.4.1 Descripción de los trabajos

Los trabajos consistirán en el montaje de equipos eléctricos, cableado y pruebas de funcionamiento.

Cuando los trabajos se realicen en altura, se adoptarán las mismas protecciones individuales y colectivas que para trabajos mecánicos en altura.

21.2.4.2 Riesgos más frecuentes

- Caídas y golpes contra objetos.
- Cortes o heridas por manejo de herramientas manuales.
- Caídas de personal que intervienen en los trabajos, al no usar los medios de protección y amarre adecuados.
- Golpes y heridas con objetos metálicos o punzantes.

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



- Caídas de materiales
- Quemaduras.
- Electrocutaciones.
- Los derivados de instalación eléctrica por sobrecarga (abuso o incorrecto cálculo de la instalación).
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección eléctrica.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación, picas que anulan los sistemas de protección del cuadro general).

21.2.4.3 Normas básicas de seguridad

- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, seccionadores, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal cualificado.
- Se comprobará el estado general de las herramientas manuales para evitar golpes y cortes.
- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión. Cualquier parte de la instalación se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
- Las pruebas que se tengan que realizar con tensión se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.
- La instalación de la iluminación en los tajos no será inferior a los 100 lux, medidos a 2 m del suelo.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra sin el empleo de clavijas machohembra.
- Los cables estarán en buenas condiciones sin grietas, cortes o raspaduras. Serán homologados para obras (tipo antihumedad).
- No se permiten conexiones o derivaciones sin clavija (con los cables pelados). Utilizar clavijas anti-humedad (homologadas).
- Para desenchufar una instalación tirar de la clavija, nunca del cable.
- Montar un cuadro auxiliar con diferencial de 30 mA e interruptores magnetotérmicos, para instalación de máquinas, en la cubierta o piso de trabajo, lo más cerca posible de los equipos. Evitar los cables excesivamente largos.
- Instalar el cuadro auxiliar en posición vertical, a ser posible, y sobre madera.
- Comprobar el funcionamiento del botón de TEST del interruptor de seguridad diariamente.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





- No se permite manipular en el interior de los cuadros eléctricos o armarios de conexiones en tensión, ni alterar los dispositivos de protección.
- No “bricolar” las instalaciones eléctricas estropeadas si no se tienen los conocimientos y el material preciso.
- No utilizar aparatos eléctricos sin protección especial, que estén mojados o cuando se tengan las manos o los pies en zona muy húmeda.
- No utilizar una herramienta que haya sufrido un fuerte golpe, desprenda humo o vibre excesivamente, aparezcan chispas, provoque hormigueo, se caliente excesivamente, tenga la carcasa rota, no funcione bien el interruptor, tenga los cables estropeados o falle en su funcionamiento, etc.
- En todos los cuadros eléctricos y en las tapas de los motores o cuadros de mando, existirá una señal de riesgo eléctrico.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera fijados a los parámetros verticales.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas.
- La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en la “macho”, para evitar los contactos eléctricos directos.
- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará “fuera de servicio” mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La maquinaria eléctrica será revisada por el personal especializado en cada tipo de máquina.
- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.).
- Hay que utilizar “piezas fusibles normalizadas” adecuadas a cada caso.
- Se conectarán a tierra las carcassas de los motores o máquinas (si no están dotados de doble aislamiento), o aislantes por propio material constitutivo.
- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos y adecuadamente señalados.





- Compruebe periódicamente el buen estado de los disyuntores diferenciales, durante la jornada, accionando el botón de test.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear, serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas derivaciones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,50 m del piso o suelo; las que pueden alcanzarse con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

21.2.4.4 Protecciones personales

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Botas aislantes de la electricidad o calzado de seguridad.
- Gafas y ropa adecuada.
- Guantes de goma aislante homologados
- Empleo de herramientas con aislamiento.

21.2.4.5 Protecciones colectivas

- Las escaleras y plataformas usadas en la instalación, estarán en perfectas condiciones teniendo barandillas resistentes y rodapiés.
- La zona de trabajo estará siempre limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.
- Escaleras de tijera provistas de tirantes para así delimitar su apertura. Escaleras manuales con tacos antideslizantes.
- Señalización adecuada de las zonas donde se esté trabajando.
- Señalización adecuada de cuadros eléctricos.

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



22. MEDIOS AUXILIARES

22.1 PALA EXCAVADORA O TRACTOR

22.1.1 Riesgos más frecuentes

- Vuelco por hundimiento del terreno.
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.

22.1.2 Normas básicas de seguridad

- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios, al igual que el resto de las máquinas.
- La intención de moverse se indicará con el claxon (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia delante y tres hacia atrás).
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes durante los movimientos de esta o por algún giro imprevisto al bloquearse la oruga.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina; si la parada es prolongada, se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.

22.1.3 Protecciones personales

El personal llevará en todo momento:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Limpiará el barro adherido al calzado para que no se resbalen los pies sobre los pedales.

22.1.4 Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.

Habilitación
Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





- Al descender por rampas el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de
- la máquina.

22.2 ESCALERAS DE MANO

22.2.1 Descripción

Serán de dos tipos: metálicas y/o de madera, para trabajos en pequeñas alturas y de poco tiempo, o bien para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.

22.2.2 Riesgos más frecuentes

- Caídas a niveles inferiores, debida a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

22.2.3 Normas básicas de seguridad

- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
- Estarán fuera de las zonas de paso.
- Los largueros serán de una sola pieza, con los peldaños ensamblados.
- El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas, llevando en el pie elementos que impidan el desplazamiento.
- El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos.
- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.
- Se prohíbe manejar en las escaleras pesos superiores a 25 Kg.
- Nunca se efectuarán trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.
- Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarlas.
- La inclinación de las escaleras será aproximadamente 75°, que equivale a estar separada de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.

22.2.4 Protecciones personales individuales

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad
- Zapatos con suela antideslizante.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



22.2.5 Protecciones colectivas

- Se delimitará la zona de trabajo en los andamios colgados, evitando el paso del personal por debajo de éstos, así como que éste coincida con zonas de acopio de materiales.
- Se colocarán viseras o marquesinas de protección debajo de las zonas de trabajo, principalmente cuando se está trabajando con los andamios en los cerramientos de fachada.
- Se balizará la zona de influencia mientras duran las operaciones de montaje y desmontaje de los andamios.

Habilitación
Profesional

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



23. NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Todas las obras de construcción están sujetas al riesgo de incendio, por lo que se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento como medidas preventivas:

- Mantener el estado de orden y limpieza general de la zona de trabajo.
- Queda prohibido la realización de hogueras, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y asimilables en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.
- Almacenar en la obra la cantidad mínima de disolventes, pinturas, desencofrantes y gasoil, siempre por separado en lugar ventilado y a cubierto del sol y humedad intensa disponiendo un extintor cerca de la zona de almacenaje
- Se instalarán extintores de incendio en los siguientes puntos de la obra:

Los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar, de 6 kg. de peso, de polvo ABC. Serán revisados y retimbrados según el mantenimiento exigido legalmente mediante concierto con una empresa autorizada.

- Avisar inmediatamente al Jefe de Obra y a los bomberos, desalojar la zona del incendio.
- Impedir que otros accedan a la zona a buscar herramientas u objetos personales.
- No fumar durante el abastecimiento de combustible a las máquinas ni cuando se preparen pinturas con disolventes.

Normas de seguridad para la instalación y uso de los extintores de incendios:

- Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro.
- En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor en tamaño grande, se instalará una señal normalizada con el oportuno pictograma y la palabra EXTINTOR.
- Al lado de cada extintor, existirá un rótulo grande formado por caracteres negros sobre fondo amarillo, que recogerá la siguiente leyenda:

NORMAS PARA EL USO DEL EXTINTOR: En caso de incendio, descuelgue el extintor. Retire el pasador de la cabeza que inmoviliza el mando de accionamiento. Póngase a sotavento; evite que las llamas o el humo vayan hacia usted. Accione el extintor dirigiendo el chorro a la base de las llamas, hasta apagarlo o agotar el contenido. Si observa que no puede dominar el incendio, pida que alguien avise al Servicio Municipal de Bomberos lo más rápidamente posible.





24. INSTALACIÓN DE HIGIENE Y BIENESTAR

La empresa contratista dispondrá de estas instalaciones ubicadas en la propia instalación, por lo que no es necesario contemplar este apartado en el Estudio de Seguridad y Salud.

Habilitación Profesional	Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE
19/03 2024	
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388	



25. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se deberá reponer independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

25.1 PROTECCIONES PERSONALES

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74, B.O.E. 29-5-74) siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

25.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

25.2.1 Vallas autónomas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas basándose en tubos metálicos.

25.2.2 Barandillas

La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral, se hará mediante la utilización de barandillas.

Deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, tanto por su propia estructura como por su sistema de sujeción al forjado.

25.2.3 Cables de sujeción de cinturones de seguridad y anclajes

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos, de acuerdo con su función protectora.

25.2.4 Plataformas de trabajo

Tendrán como mínimo 60 cm. de ancho y las situadas a más de 2,00 m del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm. de altura, listón intermedio y rodapié.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388



25.2.5 Escalera de mano

Deberán ir previstas de zapatas antideslizantes.

25.2.6 Extintores

Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente.

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388	19/03 2024	Habilitación Profesional Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE
--	---------------	--



26. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

26.1 SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD E HIGIENE

La empresa constructora(s) deberá disponer de asesoramiento en seguridad y salud.

26.2 SERVICIOS MÉDICOS. RECONOCIMIENTOS

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado. Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento previo al trabajo.

26.3 BOTIQUÍN

Se dispondrá de un botiquín conteniendo como mínimo el material especificado en el R.D. 486/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud de los lugares de trabajo.

El botiquín se revisará periódicamente y se repondrá inmediatamente lo consumido.

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE



27. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud, valorando riesgos y adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Se adjuntarán las Normas Generales de Obligado Cumplimiento para todo personal de contrata dentro del recinto, comprometiéndose ésta a cumplirlas e informar de ellas y hacerlas cumplir a todo su personal, así como al personal de los posibles gremios o empresas subcontratados por ella, disponiendo en las oficinas de obra de una copia de estos documentos.

Antes del inicio de las obras, la contrata(s) comunicará por escrito a la Dirección Facultativa el nombre de la persona responsable del personal que esté habitualmente en obra, quien tendrá en su poder una copia del Plan de Seguridad y Salud que se elabore.

En el Plan de Seguridad presentado a la Dirección facultativa de la obra, debe de incluir un Plan de emergencia, compuesto por un folio se especifiquen las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio, en el que deberá de constar como mínimo:

- Nombre y número de teléfono de la entidad que cubre las contingencias de accidentes y enfermedades profesionales.
- Nombre, teléfono y dirección donde deben ir normalmente los accidentes.
- Teléfono de paradas de taxis próximas.
- Teléfono de cuerpos de bomberos próximos.
- Teléfono de ambulancias próximas.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, por leve que sea, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el Jefe de obra de la contrata principal realizará una investigación del mismo y realizará los trámites oficialmente establecidos, pasando un informe a la Dirección facultativa de la obra, en el que se especificará:

- Nombre del accidentado.
- Hora, día y lugar del accidente.
- Descripción del mismo.
- Causas del accidente.
- Medidas preventivas para evitar su repetición.
- Fechas topes de realización de las medidas preventivas.

Este informe se facilitará a la Dirección facultativa en un plazo máximo de un día después del accidente. La Dirección facultativa de la obra podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación del Plan de Seguridad y Salud que fuera preciso realizar, será preciso recabar previamente la aprobación de la Dirección facultativa.

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





El responsable en obra de la contrata deberá dar una relación nominal de los operarios que han de trabajar en el recinto, contando cada operario con el oportuno permiso de entrada, que serán recogidos al finalizar la obra; para mantener actualizadas las listas del personal de la contrata, comunicando las altas y bajas inmediatamente de producirse.

Antes de comenzar el trabajo la contrata enviará a la Dirección facultativa fotocopia de los abonos de la Seguridad Social conjuntamente con los siguientes documentos:

- Relación sencilla de trabajadores, mandos intermedios, jefes de equipo y empleados del contratista, que incluyan: nombre y dos apellidos, oficio, categoría, domicilio de los interesados, número de la Seguridad Social y número del D.N.I.
- Alta individual en la Seguridad Social, documento A2, para quienes aún no figuren en el último TC2 cotizado y abonado.
- Relación nominal y mensual de cotización en seguros sociales, documento TC2, último abono, en la que figuren los nombres de los trabajadores que hayan de prestar servicios activos.

El Jefe de obra suministrará las normas específicas de trabajo a cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su comprensión y entendimiento.

El reconocimiento médico periódico del personal deberá estar vigente y apto para los trabajos a ejercer, en cuanto al personal de nuevo ingreso en la contrata(s), aunque sea eventual, debe pasar el reconocimiento médico preceptivo antes de iniciar su trabajo.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
 VISADO: 240388



28. RECOMENDACIONES FINALES

Dadas las especiales características que presenta la planta fotovoltaica sobre cubierta se instalará una escalera fija protegida que facilite el acceso a la cubierta de forma permanente, tanto durante el proceso de montaje como para las labores futuras de mantenimiento.

En todo caso, durante la fase de montaje se habilitarán andamios firmemente sujetos y/o barreras perimetrales en las cubiertas y/o puntos de anclaje para los arneses de seguridad y línea de vida, de tal forma que se garantice en todo momento la seguridad de los trabajos a realizar en altura.

Habilitación
Profesional

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



29. PRESUPUESTO DEL PLAN DE SEGURIDAD

El presupuesto del Estudio Básico de Seguridad y Salud se incorpora en el presupuesto de proyecto.

Pamplona, a 15 de marzo del 2024

El redactor:

SUBERVIOLA
OCHOA DE
ZABALEGUI
JUAN JOSE -
44632558T

Firmado digitalmente
por SUBERVIOLA
OCHOA DE
ZABALEGUI JUAN
JOSE - 44632558T
Fecha: 2024.03.18
18:53:44 +01'00'

Habilitación
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE



DOCUMENTO IX: PLANOS

- P01 – Plano de Implantación
- P02 – Distribución Módulos Fotovoltaicos
- P03 – Esquema Unifilar

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388

COIINNA



DOCUMENTO X: ANEXOS

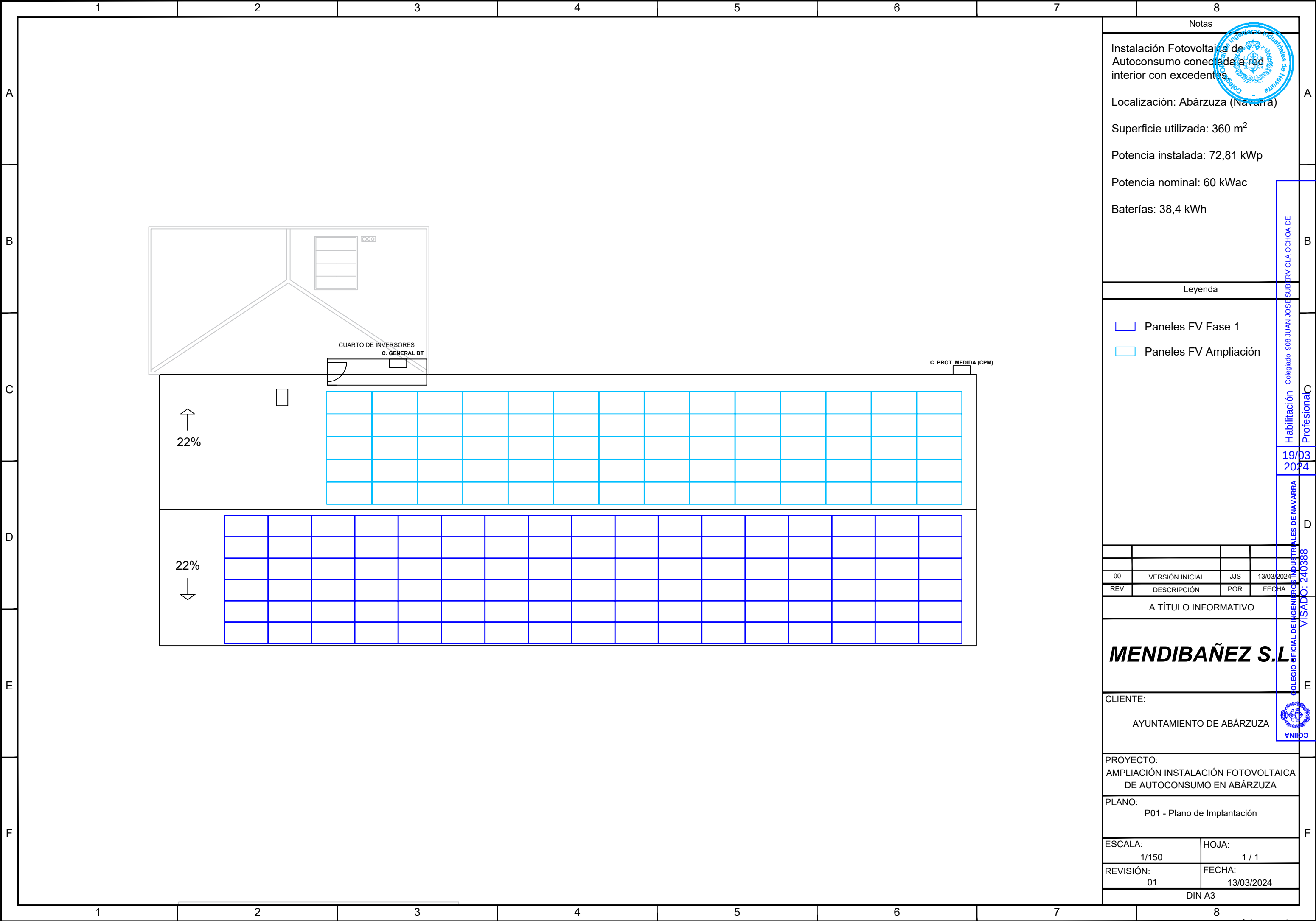
- A01 – Fichas técnicas de los elementos funcionales
- A02 – Informe de simulación PVSYST

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE Profesional

19/03 2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388

COIINNA



Notas

Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo conectada a red interior con excedentes

Localización: Abárzuza (Navarra)

Superficie utilizada: 360 m²

Potencia instalada: 72,81 kWp

Potencia nominal: 60 kWac

Baterías: 38,4 kWh

- Leyenda
- Paneles FV Fase 1
 - Paneles FV Ampliación

00	VERSIÓN INICIAL	JJS	13/03/2024
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO

MENDIBAÑEZ S.L.

CLIENTE:

AYUNTAMIENTO DE ABÁRZUZA

PROYECTO:

AMPLIACIÓN INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO EN ABÁRZUZA

PLANO:

P01 - Plano de Implantación

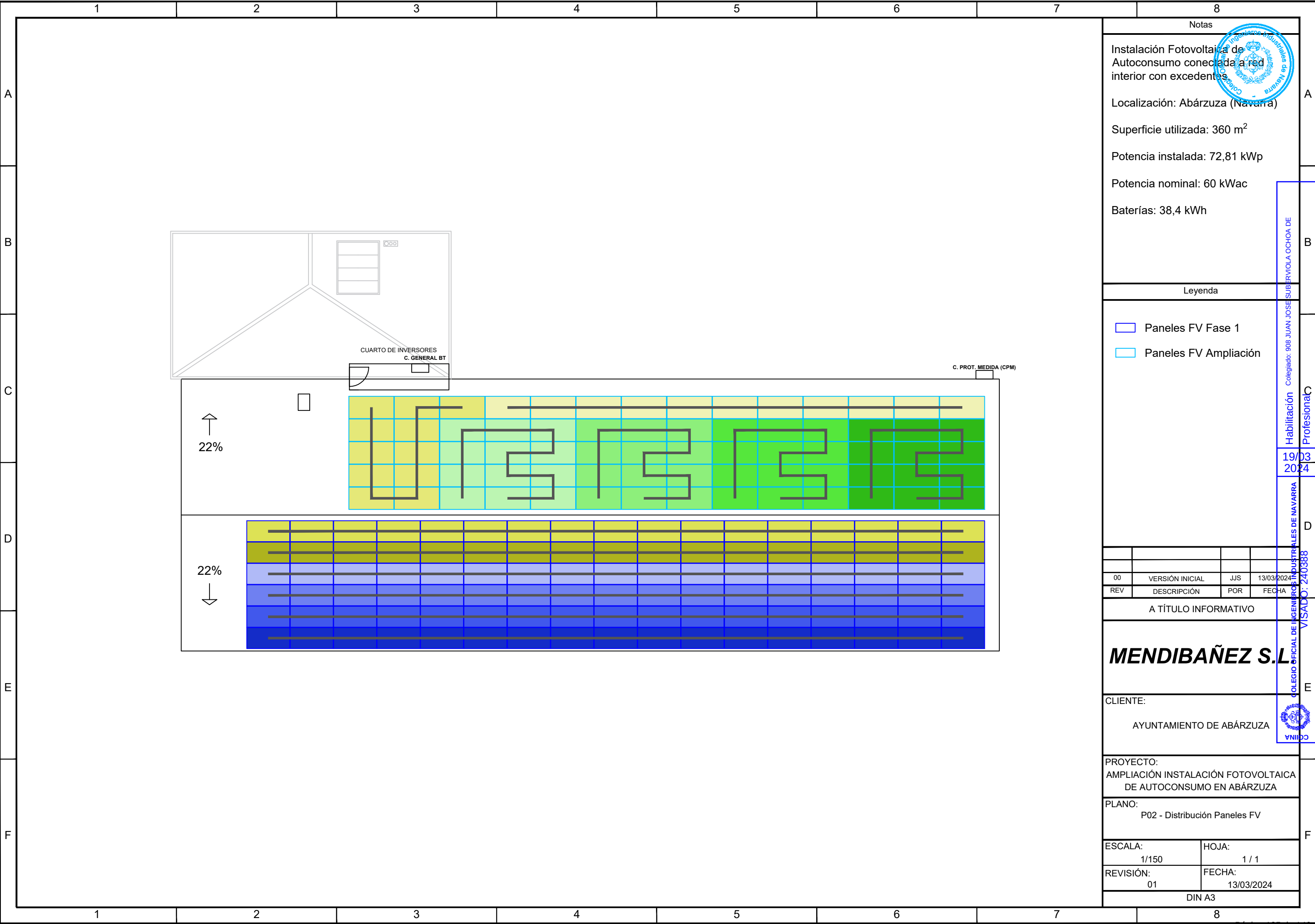
ESCALA:	HOJA:
1/150	1 / 1
REVISIÓN:	FECHA:
01	13/03/2024

DIN A3



Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIO LA OCHOA DE 19/03/2024 VISADO: 240388 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA





Notas

Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo conectada a red interior con excedentes

Localización: Abárzuza (Navarra)

Superficie utilizada: 360 m²

Potencia instalada: 72,81 kWp

Potencia nominal: 60 kWac

Baterías: 38,4 kWh

- Leyenda
- Paneles FV Fase 1
 - Paneles FV Ampliación

00	VERSIÓN INICIAL	JJS	13/03/2024
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO

MENDIBAÑEZ S.L.

CLIENTE:

AYUNTAMIENTO DE ABÁRZUZA

PROYECTO:

AMPLIACIÓN INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO EN ABÁRZUZA

PLANO:

P02 - Distribución Paneles FV

ESCALA:	HOJA:
1/150	1 / 1
REVISIÓN:	FECHA:
01	13/03/2024

DIN A3



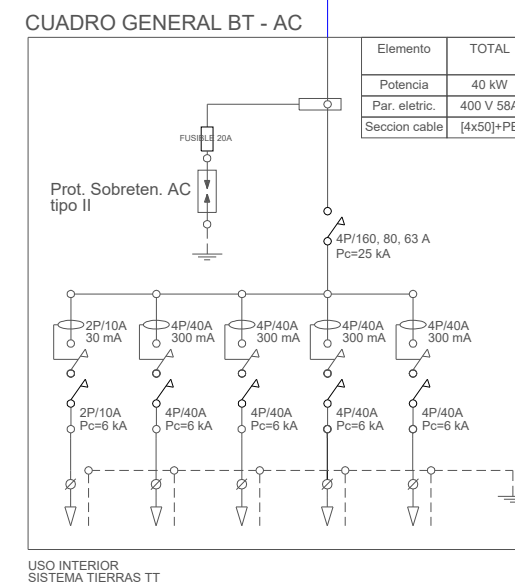
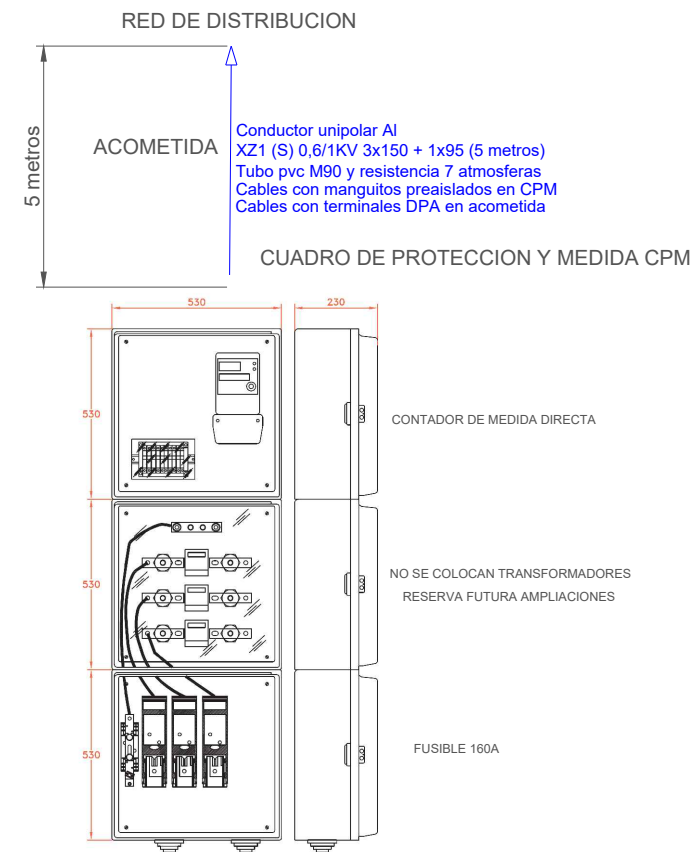
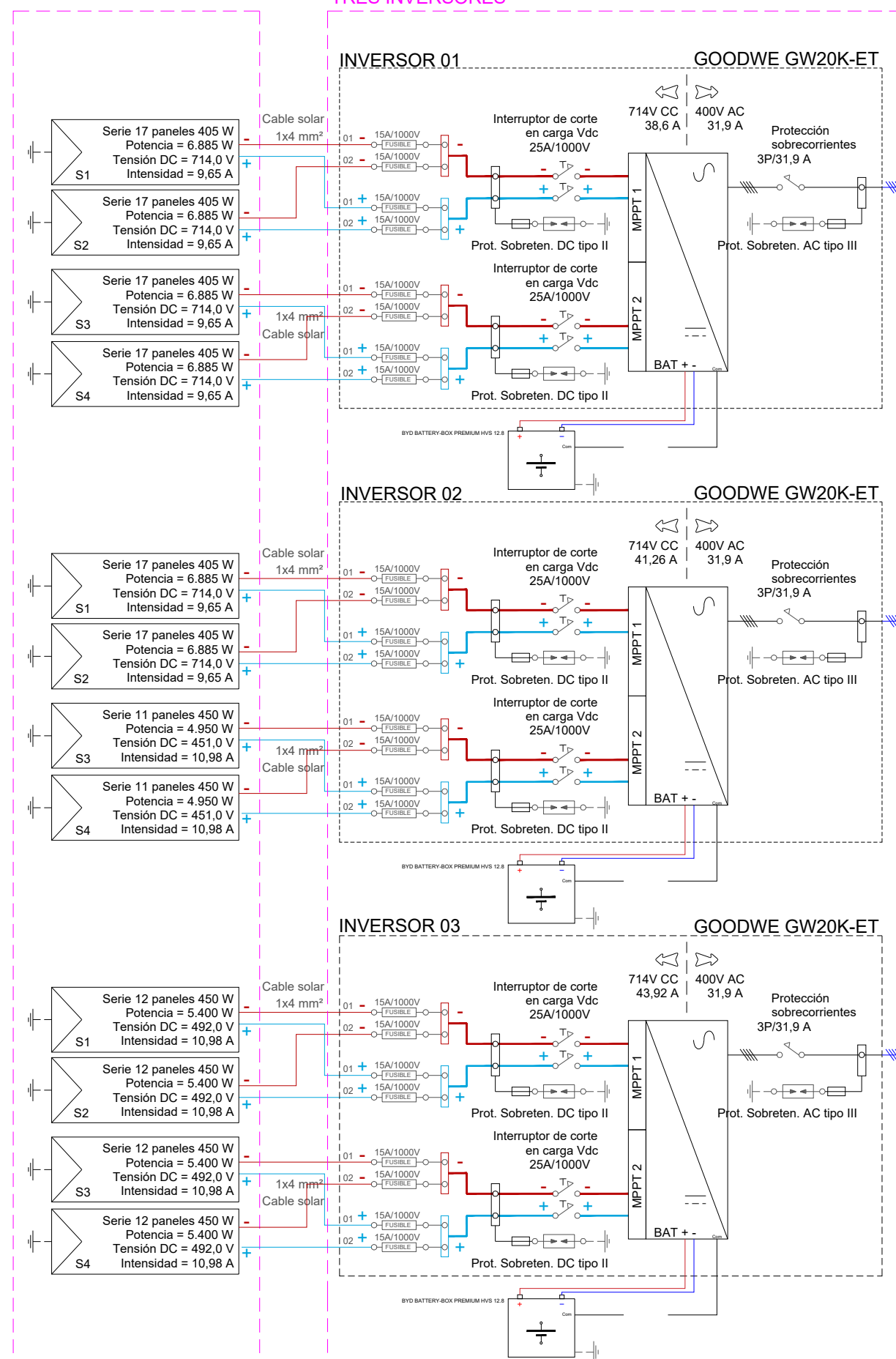
Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE 19/03/2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 240388





TRES INVERSORES



Elemento	Auxiliar Común.	Inversor 1	Inversor 2	Inversor 3	Reserva 1
Potencia	250 W	20 kW	20 kW	20 kW	- kW
Par. electric.	230 V 1 A	400 V 31,9 A	400 V 31,9 A	400 V 31,9 A	-
Section cable	[2x2,5]+PE	[4x16]+PE	[4x16]+PE	[4x16]+PE	-

Notas			
Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo conectada a red interior con excedentes			
Localización: Abárzuza (Navarra)			
Superficie utilizada: 360 m ²			
Potencia instalada: 72,81 kWp			
Potencia nominal: 60 kWac			
Baterías: 38,4 kWh			
Leyenda			
 Serie de paneles fotovoltaicos Inversor fotovoltaico Protección sobretensiones Fusible Seccionador manual Magnetotermico Magnetotermico y diferencial			
00	VERSIÓN INICIAL	JJS	13/03/2024
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
A TÍTULO INFORMATIVO			
MENDIBAÑEZ S.L			
CLIENTE:			
AYUNTAMIENTO DE ABÁRZUZA			
PROYECTO:			
AMPLIACIÓN INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO EN ABÁRZUZA			
PLANO:			
P03 - Plano Unifilar			
ESCALA:		HOJA:	
-		1 / 1	
REVISIÓN:		FECHA:	
01		13/03/2024	
DIN A3			

Cheetah HC 72M

390-410 Watt

MONO PERC HALF CELL MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

- Half Cell
- Mono PERC 72 Cell



PERC



KEY FEATURES



5 Busbar Solar Cell

5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules , offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.



High Efficiency

Higher module conversion efficiency (up to 20.38%) benefit from half cell structure (low resistance characteristic).



PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.



Low-light Performance

Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.



Severe Weather Resilience

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascals).

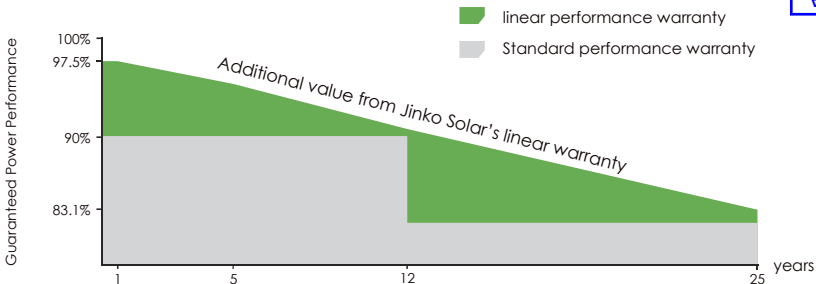


Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



- ISO9001:2015, ISO14001:2015, OHSAS18001 certified factory
- IEC61215, IEC61730, UL1703 certified product

Nomenclature:

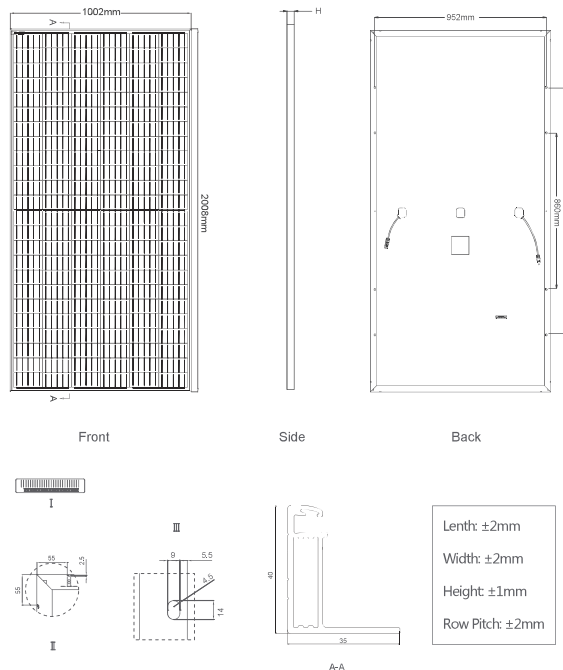
JKMxxxM-60/72H-V

Code	Cell	Code	Certification
null	Full	null	1000V
H	Half	V	1500V

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388
19/03 2024
Habilitación
Profesional
Cadastrado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE



Engineering Drawings

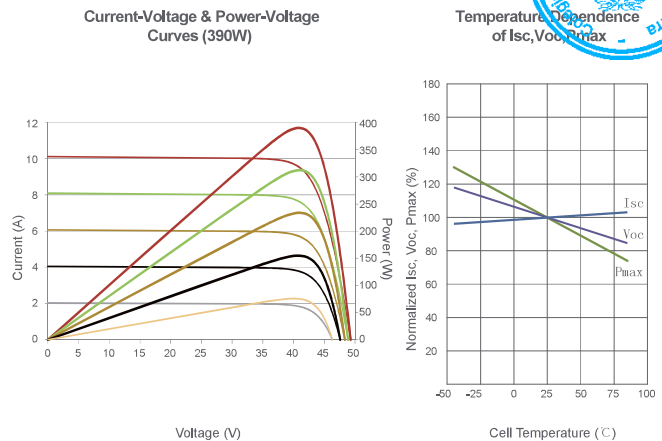


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

27pcs/pallet, 54pcs/stack, 594pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No. of Half-cells	144 (6×24)
Dimensions	2008×1002×40mm (79.06×39.45×1.57 inch)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1x4.0mm², (+) 290mm, (-) 145mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM390M-72H		JKM395M-72H		JKM400M-72H		JKM405M-72H		JKM410M-72H	
	JKM390M-72H-V		JKM395M-72H-V		JKM400M-72H-V		JKM405M-72H-V		JKM410M-72H-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	390Wp	294Wp	395Wp	298Wp	400Wp	302Wp	405Wp	306Wp	410Wp	310Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.1V	39.1V	41.4V	39.3V	41.7V	39.6V	42.0V	39.8V	42.3V	40.0V
Maximum Power Current (Imp)	9.49A	7.54A	9.55A	7.60A	9.60A	7.66A	9.65A	7.72A	9.69A	7.76A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.3V	48.0V	49.5V	48.2V	49.8V	48.5V	50.1V	48.7V	50.4V	48.9V
Short-circuit Current (Isc)	10.12A	8.02A	10.23A	8.09A	10.36A	8.16A	10.48A	8.22A	10.60A	8.26A
Module Efficiency STC (%)	19.38%		19.63%		19.88%		20.13%		20.38%	
Operating Temperature (°C)	-40°C~-+85°C									
Maximum System Voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0~-+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature Coefficients of Voc	-0.29%/°C									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C									

STC:  Irradiance 1000W/m²  Cell Temperature 25°C  AM=1.5

NOCT:  Irradiance 800W/m²  Ambient Temperature 20°C  AM=1.5  Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM390-410M-72H-(V)-A3.1-EN

THE
TALLMAX^M
FRAMED 144 LAYOUT MODULE

144 LAYOUT
MONOCRYSTALLINE MODULE

435-460W
POWER OUTPUT RANGE

21.0%
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading total solution provider for solar energy. With local presence around the globe, Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and deliver our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable brand. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners in driving smart energy together.

Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



PRODUCTS

TSM-DE17M(II)

POWER RANGE

435-460W



High power

- Up to 460W front power and 21.0% module efficiency with half-cut and MBB (Multi Busbar) technology bringing more BOS savings
- Lower resistance of half-cut and good reflection effect of MBB ensure high power



High reliability

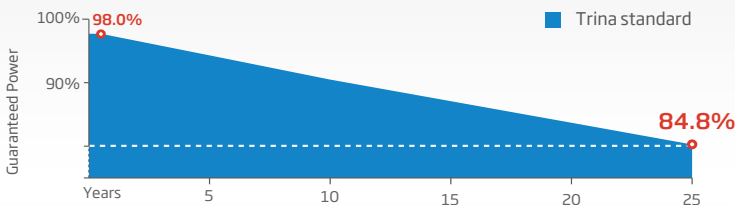
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to salt, acid and ammonia
- Mechanical performance: Up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy generation

- Excellent IAM and low light performance validated by 3rd party with cell process and module material optimization
- Better anti-shading performance and lower operating temperature

PERFORMANCE WARRANTY



Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE

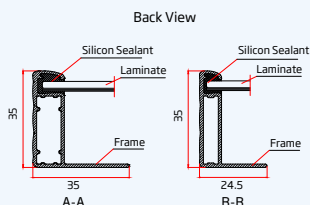
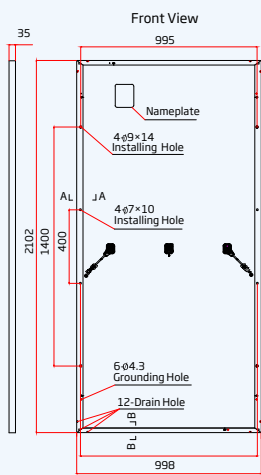
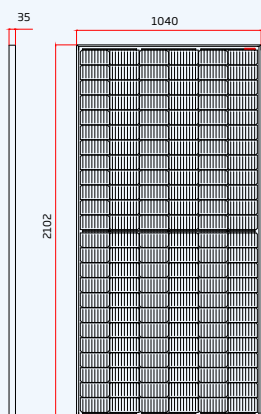
Ha
ilitación
Profesional

19/03
2024

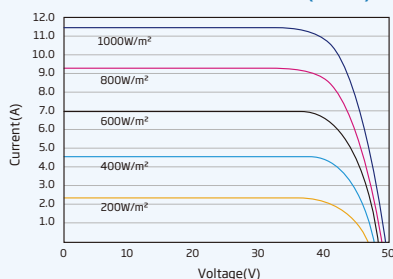
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



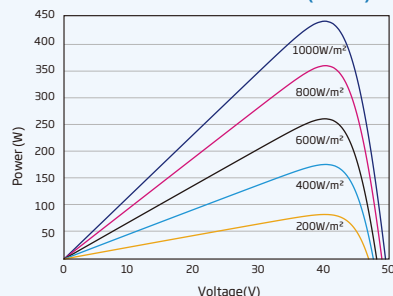
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(445W)



P-V CURVES OF PV MODULE(445W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P_{MAX} (Wp)*	435	440	445	450	455	460
Power Tolerance- P_{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	40.5	40.7	40.8	41.0	41.2	41.3
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	10.74	10.82	10.90	10.98	11.06	11.13
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	49.0	49.2	49.4	49.6	49.8	50.0
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	11.31	11.39	11.46	11.53	11.61	11.68
Module Efficiency η_m (%)	19.9	20.1	20.4	20.6	20.8	21.0

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.*Measuring tolerance: $\pm 3\%$.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P_{MAX} (Wp)	328	332	336	340	344	347
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	38.2	38.4	38.5	38.7	38.9	39.1
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	8.60	8.66	8.71	8.77	8.84	8.89
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	46.1	46.3	46.5	46.6	46.8	47.0
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	9.11	9.18	9.24	9.29	9.36	9.41

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 × 24)
Module Dimensions	2102 × 1040 × 35 mm (82.76 × 40.94 × 1.38 inches)
Weight	24.0 kg (52.9lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA/POE
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: N 280mm/P 280mm(11.02/11.02inches) Landscape: N 1400 mm /P 1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C ($\pm 2^\circ\text{C}$)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	- 0.34%/ °C
Temperature Coefficient of V_{OC}	- 0.25%/ °C
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.04%/ °C

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85 °C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	20A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 682 pieces

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA OCHOA DE

Habilitación

19/03

2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388

COIIN

✓ Autonomía energética optimizada

✓ Operaciones inteligentes y eficientes

✓ Diseño moderno y compacto

✓ Máximos estándares de seguridad

-  Nivelación de cargas punta
-  Conmutación del SAI <10ms
-  Potente sobrecarga en el modo de resguardo



Datos técnicos		GW15K-ET	GW20K-ET	GW25K-ET	GW29.9K-ET
Entrada Batería					
Tipo de batería				Ion de litio	
Voltaje nominal de la batería (V)				500	
Rango de voltaje de la batería (V)				200 ~ 800	
Tensión de arranque (V)				180	
No. de entradas de batería	1	1	2	2	
Máx. corriente continua de carga (A)	50	50	50 x 2	50 x 2	
Máx. corriente continua de descarga (A)	50	50	50 x 2	50 x 2	
Máx. potencia de carga (W)	15000	20000	25000	30000	
Máx. potencia de descarga (W)	15000	20000	25000	30000	
Entrada FV					
Máx. potencia de entrada (W) ¹	22500	30000	37500	45000	
Máx. tensión de entrada (V) ²				1000	
Rango de tensión MPPT de funcionamiento (V)				200 ~ 850	
Tensión de arranque (V)				200	
Tensión nominal de entrada (V)				620	
Máx. corriente de entrada por MPPT (A)				30	
Máx. corriente de cortocircuito por MPPT (A)				38	
Número de seguidores (MPPT)	2	2	3	3	
Número de series FV por MPPT	2 / 2	2 / 2	2 / 2 / 2	2 / 2 / 2	
Salida CA (Red)					
Potencia nominal de salida (W)	15000	20000	25000	29900	
Potencia nominal aparente a red (VA)	15000	20000	25000	29900	
Máx. potencia aparente a red (VA) ³	16500	22000	27500	29900	
Máx. potencia aparente desde la red (VA) ⁸	15000	20000	25000	30000	
Tensión nominal de salida (V)				380 / 400, 3L / N / PE	
Rango de tensión de salida (V) (Según normativa local) ⁴				0 ~ 300	
Frecuencia nominal de red (Hz)				50 / 60	
Rango de frecuencia de red (Hz)				45 ~ 65	
Máx. corriente de salida a red (A) ⁷	23.9	31.9	39.9	43.3	
Máx. corriente desde la red (A) ⁹	21.7	29.0	36.2	43.3	
Factor de potencia				~ 1 (Ajustable, desde 0.8 capacitivo a 0.8 inductivo)	
Máx. distorsión armónica total				<3%	
Salida CA (Reserva)					
Potencia nominal aparente de reserva (VA)	15000	20000	25000	29900	
Máx. Potencia aparente de salida sin red (VA) ⁵	15000 (18000@60s, 24000@3s)	20000 (24000@60s, 32000@3s)	25000 (30000@60s)	30000 (36000@60s)	
Máx. Potencia aparente de salida con red (VA)	15000	20000	25000	29900	
Máx. corriente de salida (A)	22.7 (27.3@60s, 36.4@3s)	30.3 (36.4@60s, 48.5@3s)	37.9 (45.5@60s)	45.5 (54.5@60s)	
Tensión nominal de salida (V)				380 / 400	
Frecuencia nominal de salida (Hz)				50 / 60	
Salida THDv (en carga lineal)				<3%	
Eficiencia					
Máx. eficiencia				98.0%	
Eficiencia europea				97.5%	
Máx. eficiencia de batería a Red				97.5%	
Eficiencia MPPT				99.9%	
Protecciones					
Monitorización de corriente por serie FV				Integrado	
Detección de la resistencia de aislamiento FV				Integrado	
Monitorización de la corriente residual				Integrado	
Protección contra polaridad inversa CC				Integrado	
Protección contra polaridad inversa de la batería				Integrado	
Protección anti-isla				Integrado	
Protección contra sobrecorriente CA				Integrado	
Protección contra cortocircuito CA				Integrado	
Protección contra sobretensión CA				Integrado	
Interruptor CC				Integrado	
Protección contra sobretensión CC				Tipo II	
Protección contra sobretensión CA				Tipo III	
AFCI				Opcional	
Apagado remoto				Integrado	
Datos generales					
Temperatura de operación (°C)				-35 ~ +60	
Humedad relativa				0 ~ 95%	
Altitud máx. de operación (m)				4000	
Método de refrigeración				Refrigeración mediante ventilación inteligente	
Interfaz de usuario				LED, WLAN + APP	
Comunicación con BMS				RS485 / CAN	
Comunicación con Medidor				RS485	
Comunicación con Portal				WiFi / 4G	
Peso (kg)	48	48	54	54	
Medidas (ancho x alto x profundo mm)				520 x 660 x 220	
Emisión de ruido (dB)	<45	<45	<45	<60	
Topología				No aislado	
Consumo nocturno (W) ⁶				<15	
Grado de protección				IP66	
Método de montaje				Montaje en pared	

1: Máx. potencia de entrada (W), no continua para 1.5 potencia normal.

*2: Para un sistema de 1000V, la tensión máxima de funcionamiento es de 950V.

*3: De acuerdo con la regulación de red local.

*4: Rango de tensión de salida (V): tensión de fase.

*5: Sólo se puede alcanzar si la energía fotovoltaica y la batería es suficiente.

*6: Sin salida de respaldo.

*7: Para una red de 380V, Máx. corriente CA de salida a red (A) es 25.0A para GW15K-ET, 33.3A para GW20K-ET, 41.7A para GW25K-ET, 49.8A para GW29.9K-ET.

*8: Cuando la carga está conectada al puerto de respaldo del inversor, la Máx. potencia aparente desde la red puede alcanzar los 22.5K para GW15K-ET, 30K para GW20K-ET, 33K para GW25K-ET y 33K para GW29.9K-ET respectivamente.

*9: Cuando la carga está conectada al puerto de respaldo del inversor, la Máx. corriente desde la red puede alcanzar los 34A para GW15K-ET, 45A para GW20K-ET, 50A para GW25K-ET y 50A para GW29.9K-ET respectivamente.

*: Visite el sitio web de GoodWe para ver los últimos certificados.

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388



BATTERY-BOX PREMIUM HVS / HVM

- Capacidad de Backup de Alta Potencia y de Off-Grid (aislada)
- La Más Eficiente Gracias a ser un Alto Voltaje Rea por la Conexión en Serie
- Diseño Pulgín Patentado Sin Cables Internos que permite Máxima Flexibilidad e Instalación Sencilla
- Libre de Cobalto. Litio Fosfato de Hierro (LFP): Máxima Seguridad, Ciclos de Vida y Potencia
- Compatible con Inversores Líderes en el Mercado Mono y Trifásicos
- Dos Modelos Disponibles para Cubrir un Amplio Rango de Demanda y Proyectos
- Más Altos Estándares de Seguridad como VDE2510-50



BATTERY-BOX PREMIUM HVS

BYD Battery-Box Premium HVS se compone de 2 a 5 módulos HVS conectados en serie para ofrecer un rango de capacidad útil de 5.1 kWh hasta 12.8 kWh.

Adicionalmente, desde el inicio es posible conexión directa en paralelo hasta un máximo de 3 torres HVS con el mismo número de módulos lo que permite alcanzar 38.4 kWh.

Es posible añadir módulos HVS para ampliar el sistema para cubrir necesidades futuras.

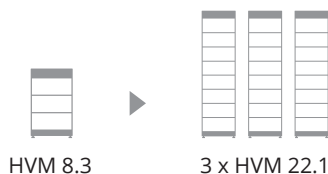


BATTERY-BOX PREMIUM HVM

BYD Battery-Box Premium HVM se compone de 3 a 8 módulos HVM conectados en serie para ofrecer un rango de capacidad útil de 8.3 kWh hasta 22.1 kWh.

Adicionalmente, desde el inicio es posible la conexión directa en paralelo hasta un máximo de 3 torres HVM con el mismo número de módulos lo que permite alcanzar 66.3 kWh.

Es posible añadir módulos HVM para ampliar el sistema para cubrir necesidades futuras.



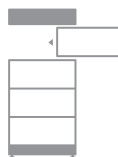
FLEXIBLE, EFICIENTE, SIMPLE



Conexión Plugin
Sin cables internos



5.1 - 66.2 kWh
Capacidad Diseñada para Cada Aplicación



Ampliación en Cualquier Momento
Sencilla Adaptación a Necesidades Futuras



Alta Potencia
Potencia para Cada Aplicación

PARÁMETROS TÉCNICOS PREMIUM HVS / HVM

				
	HVS 5.1	HVS 7.7	HVS 10.2	HVS 12.8
Módulo	HVS (2.56 kWh, 102.4 V, 38 kg)			
Número de módulos	2	3	4	5
Energía Utilizable [1]	5.12 kWh	7.68 kWh	10.24 kWh	12.8 kWh
Máx. Corriente de Salida [2]	25 A	25 A	25 A	25 A
Corriente de salida pico [2]	50 A, 5 s	50 A, 5 s	50 A, 5 s	50 A, 5 s
Voltaje Nominal	204 V	307 V	409 V	512 V
Voltaje Operativo	160~240 V	240~360 V	320~480 V	400~600 V
Dimensiones (H/W/D)	712x585x298 mm	945x585x298 mm	1178x585x298 mm	1411x585x298 mm
Peso	91 kg	129 kg	167 kg	205 kg

						
	HVM 8.3	HVM 11.0	HVM 13.8	HVM 16.6	HVM 19.3	HVM 22.1
Módulo	HVM (2.76 kWh, 51.2 V, 38 kg)					
Número de módulos	3	4	5	6	7	8
Energía Utilizable [1]	8.28 kWh	11.04 kWh	13.80 kWh	16.56 kWh	19.32 kWh	22.08 kWh
Máx. Corriente de Salida [2]	50 A	50 A	50 A	50 A	50 A	50 A
Corriente de salida pico [2]	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s	75 A, 5 s
Voltaje Nominal	153 V	204 V	256 V	307 V	358 V	409 V
Voltaje Operativo	120~180 V	160~240 V	200~300 V	240~360 V	280~420 V	320~480 V
Dimensiones (H/W/D)	945 x 585 x 298 mm	1178 x 585 x 298 mm	1411 x 585 x 298 mm	1644 x 585 x 298 mm	1877 x 585 x 298 mm	2110 x 585 x 298 mm
Peso	129 kg	167 kg	205 kg	243 kg	281 kg	319 kg

HVS & HVM

Temperatura Operativa	-10 °C to +50°C
Tecnología de Celda	Litio Fosfato de Hierro (libre de Cobalto)
Comunicación	CAN/RS485
Protección IP	IP55
Eficiencia Ida/Vuelta	≥96%
Certificados	VDE2510-50 / IEC62619 / CEC / CE / UN38.3
Aplicaciones	ON Grid / ON Grid + Backup / OFF Grid
Garantía [3]	10 Años
Inversores Compatibles	Consulte la Lista de Configuración Mínima e Inversores Compatibles de Battery-Box Premium

[1] Energía Utilizable en CC. Condiciones de Test: 100% DO, 0.2C carga & descarga a 25°C. La energía utilizable puede variar con el inversor que se utilice
[2] Derating de corriente de carga ocurre desde -10°C a +5°C
[3] Aplican condiciones. Consulte la Carta de Garantía de BYD Battery-Box Premium

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Ayuntamiento Abarzuza_PVGIS

Variante: 72,81 kWp - 60 kW AMPLIACION

Tablas en un edificio

Potencia del sistema: 72.8 kWp

Abárzuza - España

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388



Autor(a)
SOLARTIA (Spain)



PVsyst V7.4.5

VC3, Fecha de simulación:
12/03/24 18:21
con v7.4.5

SOLARTIA (Spain)

Resumen del proyecto

Sitio geográfico

Abárzuza
España

Situación

Latitud 42.73 °N
Longitud -2.02 °W
Altitud 564 m
Zona horaria UTC+1

Configuración del proyecto

Albedo 0.20

Datos meteo

Abárzuza
PVGIS api TMY

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red

Orientación campo FV

Planos fijos 2 orientaciones
Inclin./azimuts 12.4 / 75 °
12.4 / -105 °

Tablas en un edificio

Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Lento (simul.)

Necesidades del usuario

Ext. definida como archivo
Pvsyst_curva_Ayuntamiento Abarzuza.csv

Información del sistema

Generador FV

Núm. de módulos 172 unidades
Pnom total 72.8 kWp

Inversores

Núm. de unidades 3 unidades
Pnom total 60.0 kWca
Proporción Pnom 1.214

Paquete de baterías

Estrategia de almacenamiento : Autocorrimiento
Núm. de unidades 3 unidades
Voltaje 512 V
Capacidad 75 Ah

Resumen de resultados

Energía producida 91975 kWh/año
Energía usada 131296 kWh/año

Producción específica 1263 kWh/kWp/año

Proporción rend. PR 81.59 %
Fracción solar (SF) 49.92 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	7
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	8
Resultados principales	10
Diagrama de pérdida	11
Gráficos predefinidos	12

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIO LA OCHOA DE

Habilitación Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388





PVsyst V7.4.5

VC3, Fecha de simulación:
12/03/24 18:21
con v7.4.5

SOLARTIA (Spain)

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Tablas en un edificio

Orientación campo FV

Orientación

Planos fijos 2 orientaciones
Inclin./azimuts 12.4 / 75 °
12.4 / -105 °

Configuración de cobertizos

Modelos usados

Transposición Perez
Difuso Importado
Circunsolar separado

Horizonte

Altura promedio 3.1 °

Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Lento (simul.)

Necesidades del usuario

Ext. definida como archivo
Pvsyst_curva_Ayuntamiento Abarzuza.csv

Almacenamiento

Tipo Autoconsumo

Estrategia de carga

Cuando hay un exceso de potencia solar

Estrategia de descarga

Tan pronto como se necesite potencia

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año	
9846	8878	12894	12964	12834	11518	11386	8689	8703	11492	11786	10306	131296	kWh

Características del generador FV

Módulo FV

Fabricante Jinkosolar
Modelo JKM-405M-72H
(Base de datos PVsyst original)
Unidad Nom. Potencia 405 Wp
Número de módulos FV 102 unidades
Nominal (STC) 41.3 kWp

Inversor

Fabricante Goodwe
Modelo GW20K-DT
(Base de datos PVsyst original)
Unidad Nom. Potencia 20.0 kWca
Número de inversores 1.5 unidades
Potencia total 30.0 kWca

Conjunto #1 - Inv 1

Orientación #2
Inclinación/Azimut 12/-105 °
Número de módulos FV 68 unidades
Nominal (STC) 27.54 kWp
Módulos 4 cadena x 17 En series

Número de inversores 2 * MPPT 50% 1 unidad
Potencia total 20.0 kWca

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 25.17 kWp
U mpp 633 V
I mpp 40 A

Voltaje de funcionamiento 260-850 V
Proporción Pnom (CC:CA) 1.38
No hay reparto de potencia entre MPPTs

Conjunto #2 - Inv 2 MPPT 1

Orientación #2
Inclinación/Azimut 12/-105 °
Número de módulos FV 34 unidades
Nominal (STC) 13.77 kWp
Módulos 2 cadena x 17 En series

Número de inversores 1 * MPPT 50% 0.5 unidad
Potencia total 10.0 kWca

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 12.58 kWp
U mpp 633 V
I mpp 20 A

Voltaje de funcionamiento 260-850 V
Proporción Pnom (CC:CA) 1.38

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIO LA OCHOA DE

Habilitación

19/03

2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388

COIINA



PVsyst V7.4.5

VC3, Fecha de simulación:
12/03/24 18:21
con v7.4.5

SOLARTIA (Spain)

Características del generador FV

Módulo FV

Fabricante	Trina Solar
Modelo	TSM-455DE17M(II)
(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	450 Wp
Número de módulos FV	70 unidades
Nominal (STC)	31.5 kWp

Conjunto #3 - Inv 2 MPPT 2

Orientación	#1
Inclinación/Azimut	12/75 °
Número de módulos FV	22 unidades
Nominal (STC)	9.90 kWp
Módulos	2 cadena x 11 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp	9.06 kWp
U mpp	413 V
I mpp	22 A

Conjunto #4 - Inv 3

Orientación	#1
Inclinación/Azimut	12/75 °
Número de módulos FV	48 unidades
Nominal (STC)	21.60 kWp
Módulos	4 cadena x 12 En series

En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp	19.77 kWp
U mpp	451 V
I mpp	44 A

Potencia FV total

Nominal (STC)	73 kWp
Total	172 módulos
Área del módulo	358 m²

Almacenamiento de batería

Batería

Fabricante	BYD
Modelo	Battery Box Premium HVS 12.8

Paquete de baterías

Núm. de unidades	3 en paralelo
Descarga mín. SOC	5.0 %
Energía almacenada	36.5 kWh

Cargador de entrada de batería

Modelo	Genérico
Máx. potencia de carga	24.5 kWcc
Eficiencia máx./Euro	97.0/95.0 %

Inversor batería a red

Modelo	Genérico
Máx. potencia descarga	37.0 kWca
Eficiencia máx./Euro	97.0/95.0 %

Inversor

Fabricante	Goodwe
Modelo	GW20K-DT
(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	20.0 kWca
Número de inversores	1.5 unidades
Potencia total	30.0 kWca

Número de inversores	1 * MPPT 50% 0.5 unidad
Potencia total	10.0 kWca

Voltaje de funcionamiento	260-850 V
Proporción Pnom (CC:CA)	0.99

Número de inversores	2 * MPPT 50% 1 unidad
Potencia total	20.0 kWca

Voltaje de funcionamiento	260-850 V
Proporción Pnom (CC:CA)	1.08
No hay reparto de potencia entre MPPTs	

Potencia total del inversor

Potencia total	60 kWca
Número de inversores	3 unidades
Proporción Pnom	1.21
Sin reparto de potencia	

Características del paquete de baterías

Voltaje	512 V
Capacidad nominal	75 Ah (C10)
Temperatura	Fijo 20 °C

Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLO OCHOA DE

Habilitación

Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388





PVsyst V7.4.5

VC3, Fecha de simulación:
12/03/24 18:21
con v7.4.5

SOLARTIA (Spain)

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 2.0 %

Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia

Uc (const) 20.0 W/m²K

Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdida diodos serie

Caída de tensión 0.7 V

Frac. de pérdida 0.1 % en STC

LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida 2.0 %

Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPPT

Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.1 %

Factor de pérdida IAM - Conjunto #1

Efecto de incidencia (IAM): Fresnel, revestimiento AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

Factor de pérdida IAM - Conjunto #2

Efecto de incidencia (IAM): Fresnel, revestimiento AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

Factor de pérdida IAM - Conjunto #3

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

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.999	0.994	0.969	0.928	0.829	0.588	0.000

Factor de pérdida IAM - Conjunto #4

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

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.999	0.994	0.969	0.928	0.829	0.588	0.000

Corrección espectral

Modelo FirstSolar

Agua precipitable estimada a partir de la humedad relativa

Conjunto de coeficientes	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Monocrystalline Si	0,85914	-0,02088	-0,0058853	0,12029	0,026814	-0,001781

Pérdidas de cableado CC

Res. de cableado global 10 mΩ

Frac. de pérdida 1.0 % en STC

Conjunto #1 - Inv 1

Res. conjunto global 177 mΩ

Frac. de pérdida 1.0 % en STC

Conjunto #3 - Inv 2 MPPT 2

Res. conjunto global 206 mΩ

Frac. de pérdida 1.0 % en STC

Conjunto #2 - Inv 2 MPPT 1

Res. conjunto global 353 mΩ

Frac. de pérdida 1.0 % en STC

Conjunto #4 - Inv 3

Res. conjunto global 113 mΩ

Frac. de pérdida 1.0 % en STC

Colegiado: 908 JUAN JOSÉ SUBERVIOLA OCHOA

Habilitación

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388

COINIA



PVsyst V7.4.5

VC3, Fecha de simulación:

12/03/24 18:21

con v7.4.5

SOLARTIA (Spain)

Pérdidas del sistema.

Indisponibilidad del sistema

Frac. de tiempo 1.0 %
3.7 días,
3 períodos

Pérdidas auxiliares

constante (ventiladores) 20 W
3.0 kW del umbral de potencia

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta el punto de inyección

Voltaje inversor 400 Vca tri
Frac. de pérdida 1.00 % en STC

Sistema global

Sección cables Cobre 3 x 16 mm²
Longitud de los cables 19 m

Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLO OCHOA DE
Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388
COIINA



PVsyst V7.4.5

VC3, Fecha de simulación:
12/03/24 18:21
con v7.4.5

SOLARTIA (Spain)

Definición del horizonte

Horizon from PVGIS website API, Lat=42°43'33", Long=-2°1'18", Alt=564m

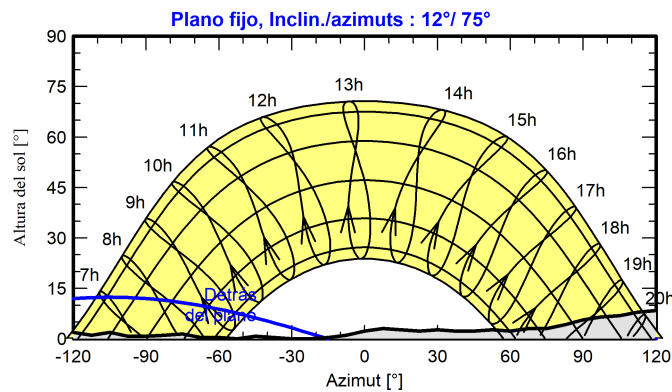
Altura promedio 3.1 ° Factor Albedo 0.92
Factor difuso 1.00 Fracción de albedo 100 %

Perfil del horizonte

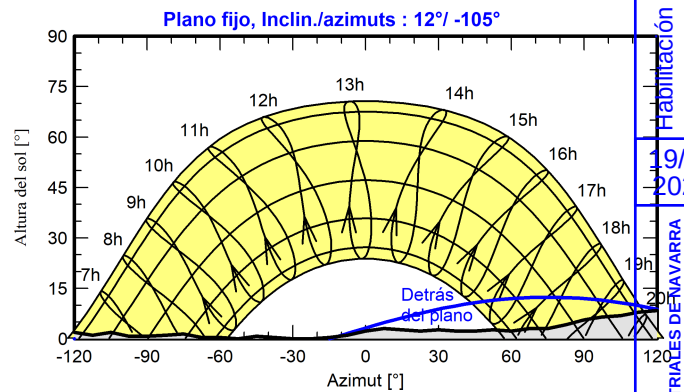
Azmut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98
Altura [°]	5.0	5.0	4.6	3.8	3.4	2.7	1.9	1.5	1.9	1.1	1.9	0.8
Azmut [°]	-90	-83	-75	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8
Altura [°]	0.8	1.1	1.5	0.4	0.4	0.0	0.8	0.4	0.0	0.0	0.4	1.1
Azmut [°]	0	8	15	23	30	38	45	53	60	68	75	83
Altura [°]	2.3	3.1	2.7	2.3	2.7	2.3	2.3	2.7	2.3	3.1	3.1	4.2
Azmut [°]	90	98	105	113	120	128	135	143	150	158	165	180
Altura [°]	5.7	6.5	6.9	8.0	8.4	6.9	5.7	6.1	5.7	6.1	5.0	5.0

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

Orientación #1



Orientación #2



Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLA GCHOA-DE

Habilitación

19/03/2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA



VISADO: 240388



PVsyst V7.4.5

VC3, Fecha de simulación:
12/03/24 18:21
con v7.4.5

Proyecto: Ayuntamiento Abarzuza_PVGIS

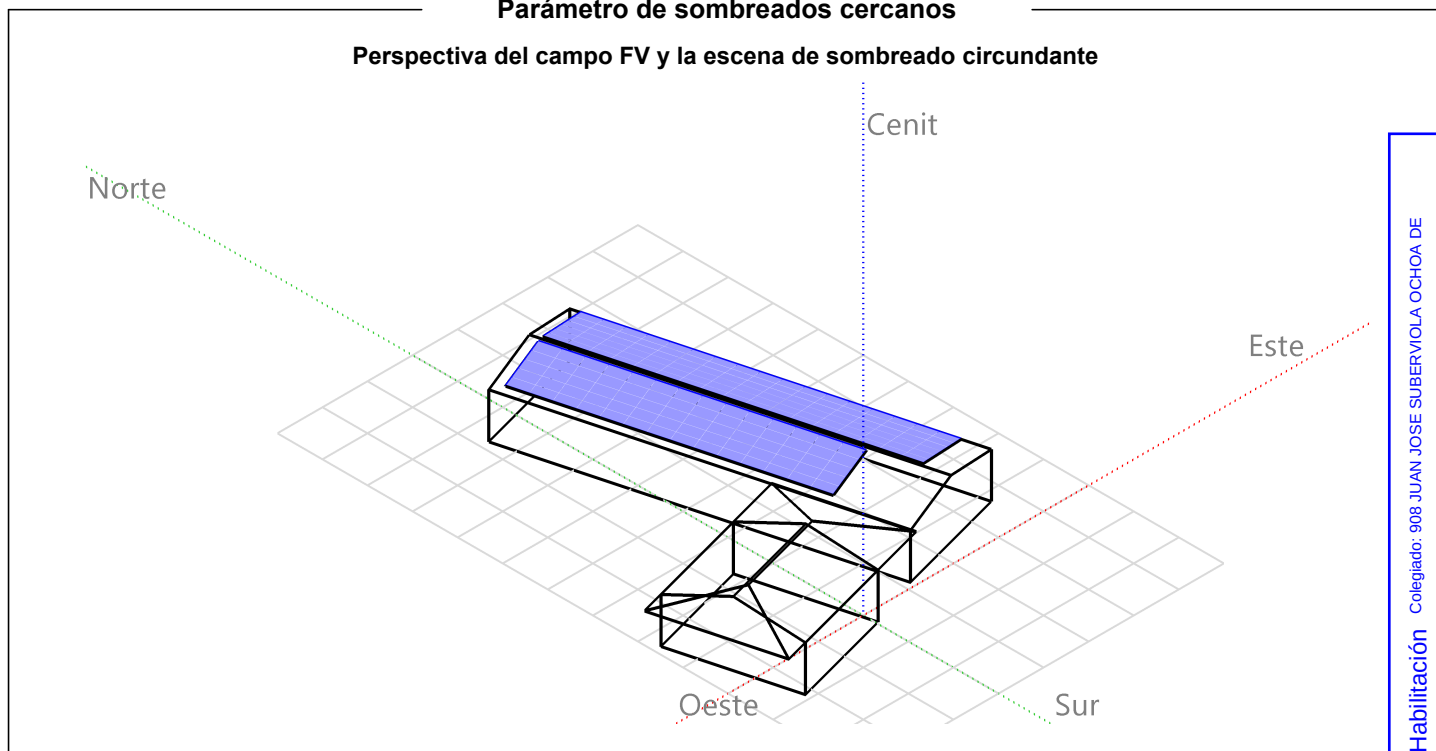
Variante: 72,81 kWp - 60 kW AMPLIACION

SOLARTIA (Spain)



Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





PVsyst V7.4.5

VC3, Fecha de simulación:

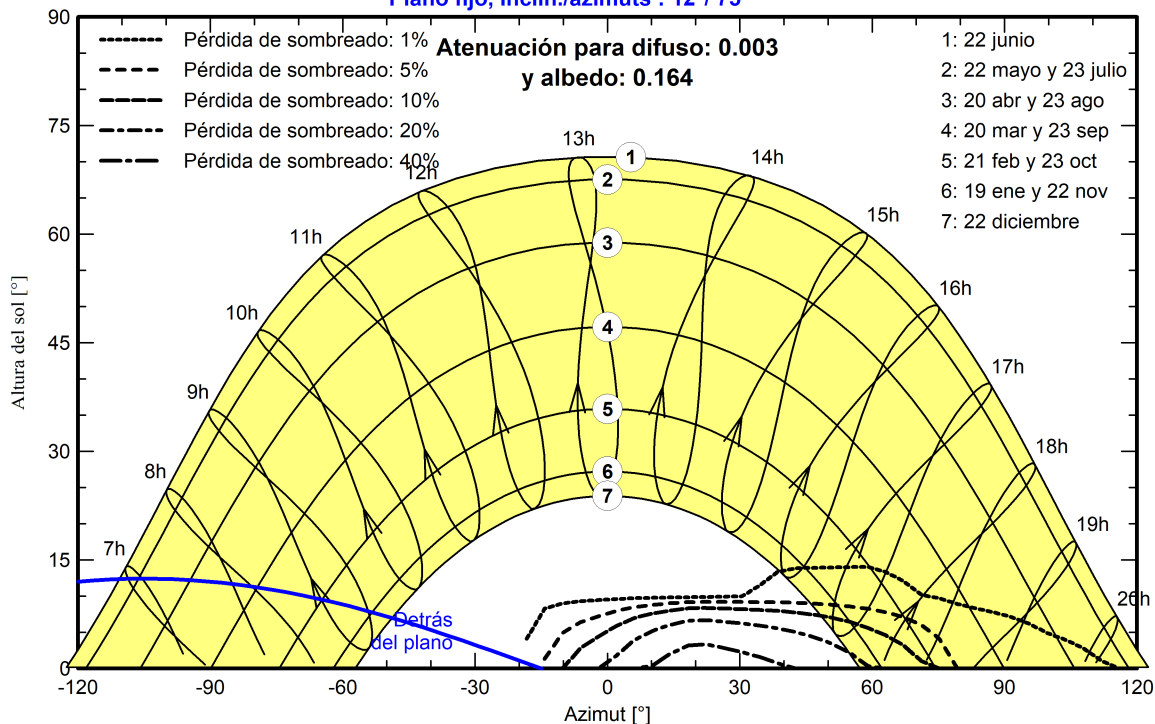
12/03/24 18:21

con v7.4.5

Diagrama de iso-sombreados

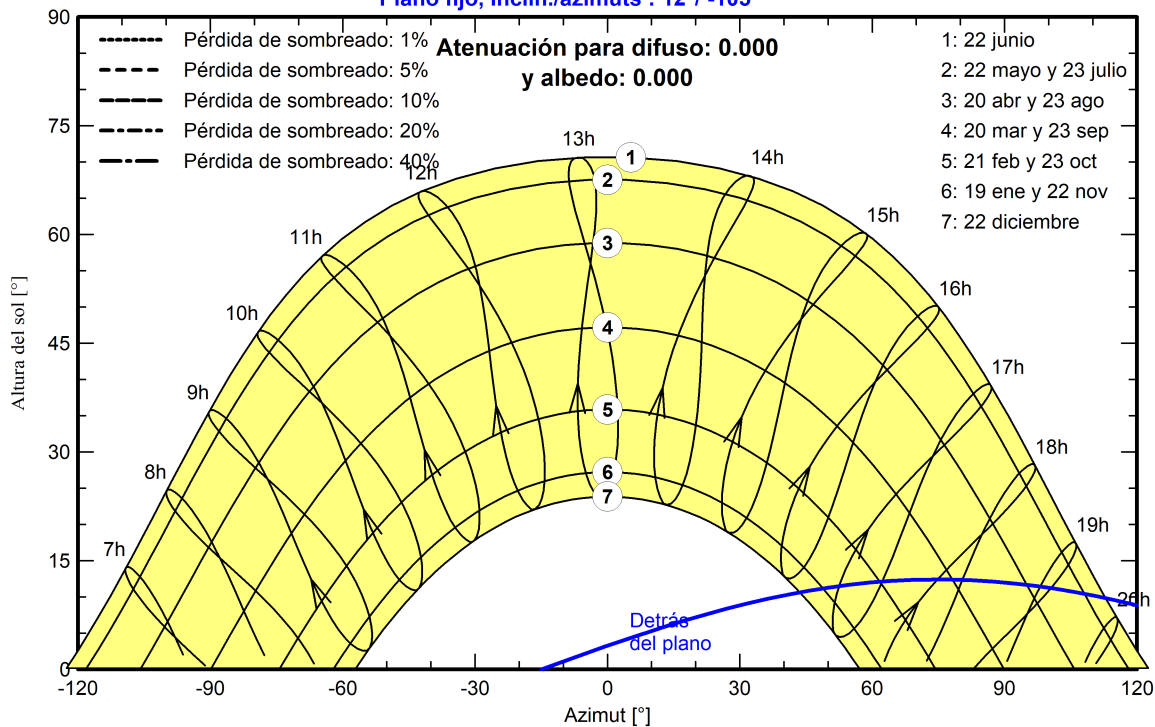
Orientación #1

Plano fijo, Inclín./azimuts : 12°/ 75°



Orientación #2

Plano fijo, Inclín./azimuts : 12°/ -105°



Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388





PVsyst V7.4.5

VC3, Fecha de simulación:
12/03/24 18:21
con v7.4.5

SOLARTIA (Spain)

Resultados principales

Producción del sistema

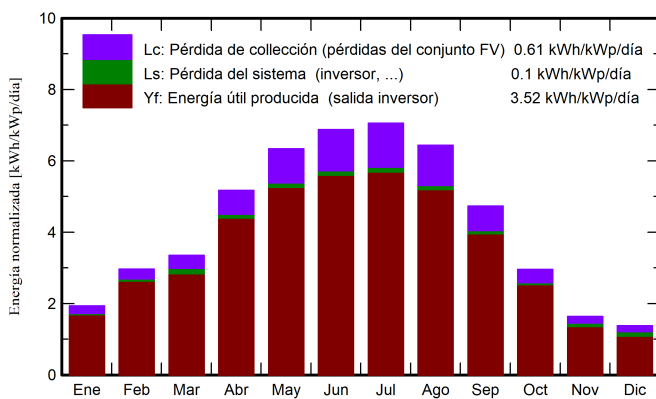
Energía producida 91975 kWh/año
Energía usada 131296 kWh/año

Producción específica 1263 kWh/kWp/año
Proporción rend. PR 81.59 %
Fracción solar (SF) 49.92 %

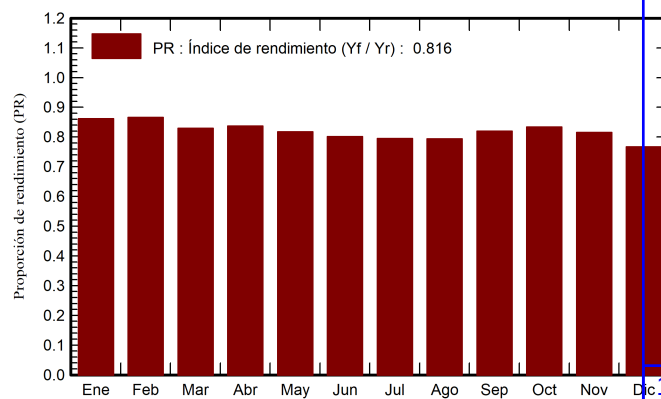
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)

Ciclos SOW 94.1 %
SOW estático 90.0 %
Duración de vida de batería 10.0 años

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	E_Solar	E_Grid	EFrGrid
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Enero	60.6	28.64	4.97	59.9	54.7	3906	9846	3535	224	6311
Febrero	84.5	29.83	1.67	83.1	77.8	5498	8878	3925	1317	4953
Marzo	105.7	51.59	7.61	103.9	98.3	6747	12894	5718	555	7176
Abril	157.0	68.93	11.37	155.1	147.7	9838	12964	7557	1892	5407
Mayo	199.0	75.25	15.13	196.4	187.9	12149	12834	8519	3173	4315
Junio	208.6	76.90	19.76	206.4	197.7	12517	11518	7868	4177	3651
Julio	221.2	67.74	22.82	218.6	209.7	13147	11386	8114	4540	3271
Agosto	201.9	57.56	23.09	199.5	191.1	12002	8689	5820	5715	2869
Septiembre	143.9	53.21	17.14	142.1	135.1	8851	8703	4617	3858	4086
Octubre	93.0	40.51	13.57	91.5	86.4	5843	11492	4725	830	6767
Noviembre	49.8	27.02	8.25	49.0	45.3	3176	11786	2900	11	8886
Diciembre	43.5	23.68	7.17	42.7	39.0	2748	10306	2241	143	8065
Año	1568.5	600.85	12.79	1548.3	1470.7	96421	131296	65539	26436	65757

Legendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_User	Energía suministrada al usuario
T_Amb	Temperatura ambiente	E_Solar	Energía del sol
GlobInc	Global incidente plano receptor	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	EFrGrid	Energía de la red

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

Profesional

19/03/2024

VISADO: 240388



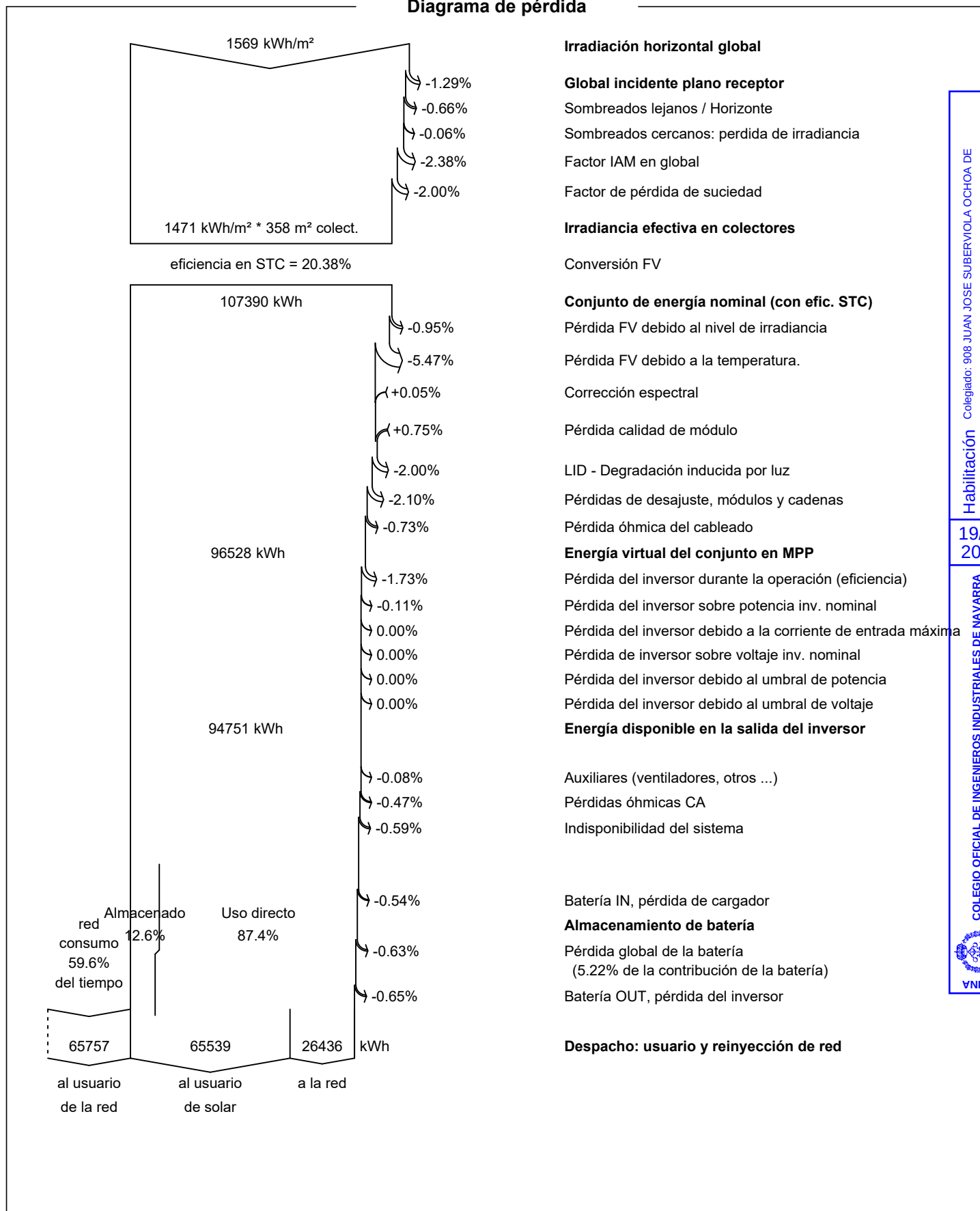


PVsyst V7.4.5

VC3, Fecha de simulación:
12/03/24 18:21
con v7.4.5

SOLARTIA (Spain)

Diagrama de pérdida



Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVIOLO OCHOA DE

Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO: 240388





PVsyst V7.4.5

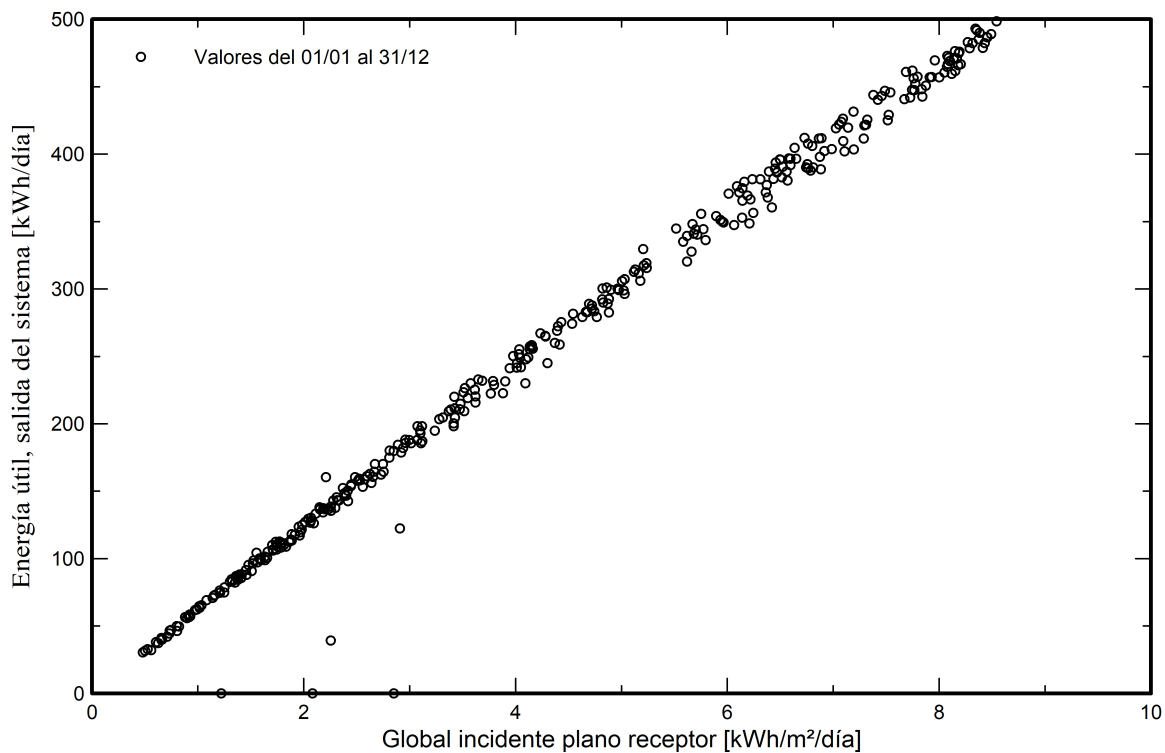
VC3, Fecha de simulación:

12/03/24 18:21

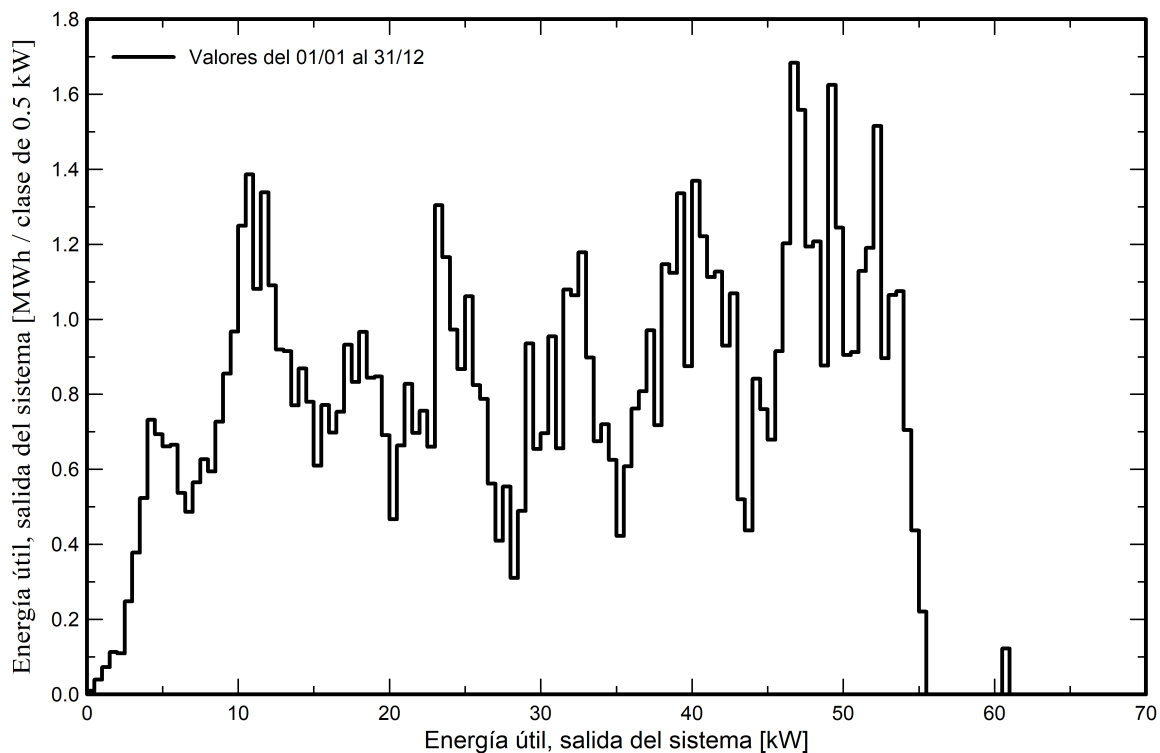
con v7.4.5

Gráficos predefinidos

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Habilitación Colegiado: 908 JUAN JOSE SUBERVOLA OCHOA DE

Profesional

19/03
2024

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 240388

