DIL·LIGÈNCIA per a fer constar que aquest document s'ha aprovat per la Junta de Govern Local del 13 de desembre del 2022.

Santiago Blanco Serrano, Secretari General Accidental.

Sant Pere de Ribes, data signatura digital.

Santiago Blanco Serrano - DNI 52421462T (TCAT)

Signat digitalment per Santiago Blanco Serrano - DNI 52421462T (TCAT)
Data: 2022.12.20 17:59:20 +01'00'

Instal·lació fotovoltaica per autoconsum col·lectiu de la Pista Coberta del Pavelló de Ribes

Projecte Executiu

Promotor

Ajuntament Sant Pere de Ribes

Ajuntament de Sant Pere de Ribes

Plaça de la Vila, 1, 08810 Sant Pere de Ribes

Juliol 2022

Autor

MESAS PEREZ JUAN - 77317002H

Firmado digitalmente por MESAS PEREZ JUAN - 77317002H
Fecha: 2022.12.01 15:58:14 +01'00'

Instal·lació fotovoltaica per autoconsum col·lectiu de la Pista Coberta del Pavelló de Ribes

Contingut

1 Full resum del projecte 9

2 Titularitat de la instal·lació i agents actuants 11

2.1 Dades del titular 11

2.2 Dades del tècnic redactor del projecte 11

3 Emplaçament i accessos 12

4 Objecte i abast del projecte 14

5 Antecedents 15

6 Legislació aplicable 16

7 Descripció de les instal·lacions i dels equips principals 18

7.1 Descripció general 18

7.2 Generador fotovoltaic 18

7.2.1 Mòdul fotovoltaic 18

7.2.2 Composició del generador fotovoltaic 19

7.2.3 Configuració de les series o strings 20

7.2.4 Disposició dels mòduls 20

7.3 Estructura suport 22

7.4 Inversors 24

7.5 Sistema d'emmagatzematge 25

7.6 Proteccions de tensió, freqüència, galvànica i funcionament en illa 26

7.7 Quadre elèctric de proteccions de corrent continu 26

7.8 Quadre elèctric de proteccions de corrent altern 27

7.9 Equip de mesura 27

7.10 Monitorització de la instal·lació 29

7.11 Espai tècnic per equips 31

7.12 Canalitzacions 33

7.13 Instal·lació de connexió a xarxa 33
7.13.1 Connexió interior 33
7.13.2 Tensió de servei 33
7.13.3 Conductors de xarxa 33
7.13.4 Caixa General de Protecció 34
7.13.5 Escomesa 34
7.14 Instal·lació de posada a terra 34
8 Modalitat d'autoconsum 36
9 Bases de disseny 38
9.1 Irradiació 38
9.2 Pèrdues per ombres 38
9.3 Consum elèctric i dimensionat de la instal·lació 38
9.4 Rendiment i balanç d'energia 39
9.5. Coeficients d'assignació d'autoconsum col·lectiu 40
10 Càlculs justificatius 41
10.1 Càlculs elèctrics 41
10.1.1 Règim d'operació dels inversors 41
10.1.2 Càlcul de línies elèctriques 41
10.1.3 Càlcul per a corrent continu 42
10.1.4 Càlcul per a corrent altern 43
10.1.5 Justificació del càlculs de corrent continu (DC) 45
10.1.6 Justificació del càlculs de corrent altern (AC) 47
10.1.7 Càlcul de les proteccions 48
10.2 Càlculs estructurals 48
10.2.1 Descripció de la coberta 48
10.2.2 Tractaments a realitzar 49
10.2.3 Anàlisi estructural i de sobre càrregues 49
10.2.4 Càlcul estructura-suport 49
11 Serveis afectats 50
12 Planificació i pressupost 51

12.1 Planificació 51
12.2 Pressupost 51
13 Conclusions 52
14 Estudi bàsic de seguretat i salut 53
14.1 Consideracions preliminars: justificació, objecte i contingut 53
14.1.1 Justificació 53
14.1.2 Objecte 53
14.1.3 Contingut de l'EBSS 54
14.2 Dades generals 54
14.2.1 Agents 54
14.2.2 Característiques generals del Projecte d'Execució 54
14.2.3 Emplaçament i condicions de l'entorn 55
14.2.4 Característiques generals de l'obra 56
14.3 Mitjans d'auxili 56
14.3.1 Mitjans d'auxili en obra 56
14.3.2 Mitjans d'auxili en cas d'accident: centres assistencials més pròxims 57
14.4 Instal·lacions d'higiene i benestar dels treballadors 58
14.5 Identificació de riscos i mesures preventives a adoptar 58
14.5.1 Durant els treballs previs a l'execució de l'obra 60
14.5.2 Durant la utilització de mitjans auxiliars 63
14.5.3 Durant la utilització de maquinària i eines 64
14.6 Identificació dels riscos laborals evitables 68
14.6.1 Caigudes a mateix nivell 68
14.6.2 Caigudes a diferent nivell 68
14.6.3 Pols i partícules 68
14.6.4 Soroll 68
14.6.5 Esforços 68
14.6.6 Incendis 69
14.6.7 Intoxicació per emanacions 69
14.7 Relació dels riscos laborals que no poden eliminar-se 69

14.7.1 Caiguda d'objectes 69
14.7.2 Dermatosis 69
14.7.3 Electrocucions 69
14.7.4 Cremades 70
14.7.5 Cops i talls en extremitats 70
14.8 Condicions de seguretat i salut, en treballs posteriors de reparació i manteniment 70
14.8.1 Treballs en cobertes 70
14.8.2 Treballs en instal·lacions 71
14.9 Treballs que impliquen riscos especials 71
14.10 Mesures en cas d'emergència 71
14.11 Presència dels recursos preventius del contractista 71
14.12 Directrius de bones pràctiques en les obres de construcció. Mesures per a la prevenció de contagis del SARS-CoV-2 (Actualització 30 de juny 2020) 72
14.13 Normativa i legislació aplicable 72
15 Plec de condicions 76
15.1 Instal·lacions referides al plec 76
15.2 Disseny 76
15.2.1 Disseny del generador fotovoltaic 76
15.2.2 Disseny de sistema de monitorització 77
15.2.3 Integració arquitectònica 77
15.3 Components i materials 78
15.3.1 Generalitats 78
15.3.2 Sistemes generadors fotovoltaics 78
15.3.3 Estructura suport 80
15.3.4 Inversors 81
15.3.5 Cablejat 83
15.3.6 Connexió a xarxa 83
15.3.7 Mesures 83
15.3.8 Proteccions 83
15.3.9 Posada a terra de les instal·lacions fotovoltaiques 84
15.3.10 Harmònics i compatibilitat electromagnètica 84

15.3.11 Mesures de seguretat 84
15.4 Recepció i proves 85
15.5 Requeriments tècnics del contracte de manteniment 86
15.5.1 Generalitats 86
15.5.2 Programa de manteniment 86
15.5.3 Garanties 87
ANNEX I. CÀLCULS SUPORT-ESTRUCTURA 90
ANNEX II. AMIDAMENTS I PRESSUPOST 91
ANNEX III. COMPONENTS 92
ANNEX IV. DIRECTRIUS DE BONES PRÀCTIQUES EN LES OBRES DE CONSTRUCCIÓ. MESURES PER A LA PREVENCIÓ DE CONTAGIS DEL SARS-COV-2 (ACTUALITZACIÓ 30 DE JUNY 2020) 93
ANNEX V. PLÀNOLS 94
SEPARATA. ESTUDI ESTRUCTURAL 95

Índex de Figures

Figura 1. Situació del Pavelló del nucli de Ribes. Font: Google Earth. 12
Figura 2. Emplaçament de l'accés a coberta i de la coberta objecte del projecte. Font: Elaboració pròpia. 13
Figura 3. Objectius de Desenvolupament Sostenible de les Nacions Unides. Font: Departament de territori i sostenibilitat. 15
Figura 4. Disseny en 3D del camp fotovoltaic. Font: PVSOL. 19
Figura 5. Figura amb les variables per al càlcul de distància entre files. 21
Figura 6. Estructura inclinada K2 sytems S-Dome 6.10 llastrada per a cobertes planes. Font: K2 systems. 22
Figura 7. Imatge de la coberta objecte de projecte. Font: Elaboració pròpia. 23
Figura 8. Quadre DC proposat per a la instal·lació amb 3 MPPT. Font: Gave. 27
Figura 9. Esquema de connexió per a instal·lacions autoconsum col·lectius. Font: Guía de Tramitación del Autoconsumo de l'IDAE. 28
Figura 10. Instal·lació d'enllaç existent al Pavelló de Ribes. Font: elaboració pròpia. 29

Figura 11. Captura de pantalla de la plataforma. Font: Nnergix. 30

Figura 12. Espai reservat per a instal·lar els inversors solars, bateries i els quadres elèctrics de protecció de la instal·lació fotovoltaica. Font: Elaboració pròpia. 31

Figura 13. Detall d'instal·lació d'inversors i quadres de protecció de la instal·lació fotovoltaica. Font: Elaboració pròpia. 32

Figura 14. Senyalització armari instal·lacions fotovoltaiques en xarxa. Font: Bombers de Barcelona. 32

Figura 15. Senyalització cablejat CC. Font: Bombers de Barcelona. 32

Figura 16. Esquema de connexió. Font: NRZ105 E-distribución 34

Figura 17. Esquema de connexió per a instal·lacions autoconsum col·lectiu. Font: Guía de Tramitación del Autoconsumo de l'IDAE. 36

Figura 18. Dades meteorològiques utilitzades en la simulació de la instal·lació. Font: PVSOL. 38

Figura 19. Consums associats a l'autoconsum col·lectiu de la instal·lació plantejada on es marca el límit de 500 metres . Font: Google Earth. 39

Figura 20. Resum meteorològic de l'estació més propera a l'obra. Font: Servei Meteorològic de Catalunya. 56

Figura 21. Recorregut fins a l'Hospital Sant Camil. Font: Google Maps. 57

Figura 22. Recorregut fins al CAP de Sant Pere de RIbes. Font: Google Maps. 58

Índex de Taules

Taula 1. Característiques mòdul seleccionat. Font: Trina Solar. 18

Taula 2. Configuració de les series de mòduls per a cada inversor. Font: Elaboració pròpia. 20

Taula 3. Característiques de l'inversor seleccionat. Font: Fronius. 25

Taula 4. Característiques de la bateria seleccionada. Font: sonnen. 26

Taula 5. Resultats simulació. Font: PVSOL. 40

Taula 6. Repartiment de generació d'energia proposat per l'autoconsum col·lectiu del pavelló. Font: elaboració pròpia. 40

Taula 7. Verificació dels inversors. Font: Elaboració pròpia. 41

Taula 8. Càlcul d'intensitat màxima admissible secció corrent contínua. Font: Elaboració pròpia. 45

Taula 9. Càlcul de caiguda secció corrent contínua. Font: elaboració pròpia. 46

Taula 10. Càlcul d'intensitat màxima admissible secció corrent alterna. Font: Elaboració pròpia. 47

Taula 11. Càlcul de caiguda de tensió secció corrent alterna. Font: Elaboració pròpia. 47

Taula 12. Càlcul de curtcircuit secció de corrent alterna. Font: elaboració pròpia 47

Taula 13. Càlculs proteccions generals. Font: Elaboració pròpia. 48

Taula 14. Pèrdues per ombres i orientació i inclinació màximes. Font: Plec de Condicions IDAE. 76

1 Full resum del projecte

Dades del promotor	
Raó social	Ajuntament de Sant Pere de Ribes
NIF	P0823100C
Domicili social	Plaça de la Vila, 1, 08810 Sant Pere de Ribes, Barcelona
Persona de contacte	Judit Díaz García
Telèfon	93 896 73 00
Correu electrònic	diazgj@santperederibes.cat

Dades del tècnic redactor del projecte	
Raó social	KM0 Energy, S.L.
NIF	B-67.378.711
Domicili social	Carrer Baldrich, 222, 08223 Terrassa
Tècnic redactor	Joan Mesas Pérez
Nº de col·legiat	25.997 Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics de Barcelona
Telèfon	93 193 90 99
Correu electrònic	joan.mesas@km0.energy

Dades de la instal·lació	
Nom de la instal·lació	Autoconsum col·lectiu Pista Coberta Pavelló Ribes
Adreça	Carrer Cristòfol Mestres, s/n, 08810 Sant Pere de Ribes, Barcelona
Tipus d'instal·lació	Autoconsum col·lectiu
Potència pic	121,60 kWp
Potència nominal	100,00 kW
Referència cadastral	7986701CF9678N0001XY
Tensió de la connexió	400/230 V
Sistema d'instal·lació	Inclinat sobre coberta plana

Dades del subministrament elèctric associat	
Titular	Ajuntament de Sant Pere de Ribes
Adreça	Carrer Cristòfol Mestres, s/n, 08810 Sant Pere de Ribes, Barcelona
CUPS	ES0031405526923001PD0F
Potència contractada	31,00 kW en els 6 períodes
Coordenades UTM del punt de connexió	x: 397846.59; y: 4568334.02

Reducció de CO_2 per EUR invertit	
Factor d'emissions d'electricitat any 2005 (any de referència del Pacte d'Alcaldes) [tCo2/kWh]	0,481
Cost total IVA inclòs [€]	330.515,25
Energia produïda [kWh/any]	175.800
Reducció de CO_2 [tCo2/€]	**3,91**

2 Titularitat de la instal·lació i agents actuants

2.1 Dades del titular

El titular de la instal·lació fotovoltaica per autoconsum col·lectiu amb compensació d'excedents és l'Ajuntament de Sant Pere de Ribes amb NIF nº: P0823100C.

El domicili a efectes de notificacions és la Plaça de la Vila, 1, Sant Pere de Ribes, Barcelona (08810), amb telèfon de contacte 93 896 73 00 i adreça electrònica ajuntament@santperederibes.cat.

2.2 Dades del tècnic redactor del projecte

El present projecte ha estat redactat per JOAN MESAS PÉREZ amb DNI: 77.317.002-H, Enginyer Tècnic Industrial, col·legiat 25.997 del Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona.

El domicili a efectes de notificacions és al Carrer Baldrich, 222, Terrassa (08223), amb telèfon de contacte 93 193 90 99 i adreça electrònica joan.mesas@km0.energy.

3 Emplaçament i accessos

La instal·lació fotovoltaica per autoconsum col·lectiu s'instal·larà a la Pista Coberta del Pavelló municipal del nucli de Ribes, el qual es troba emplaçat al Carrer Cristòfol Mestres, s/n, del municipi de Sant Pere de Ribes (08810).

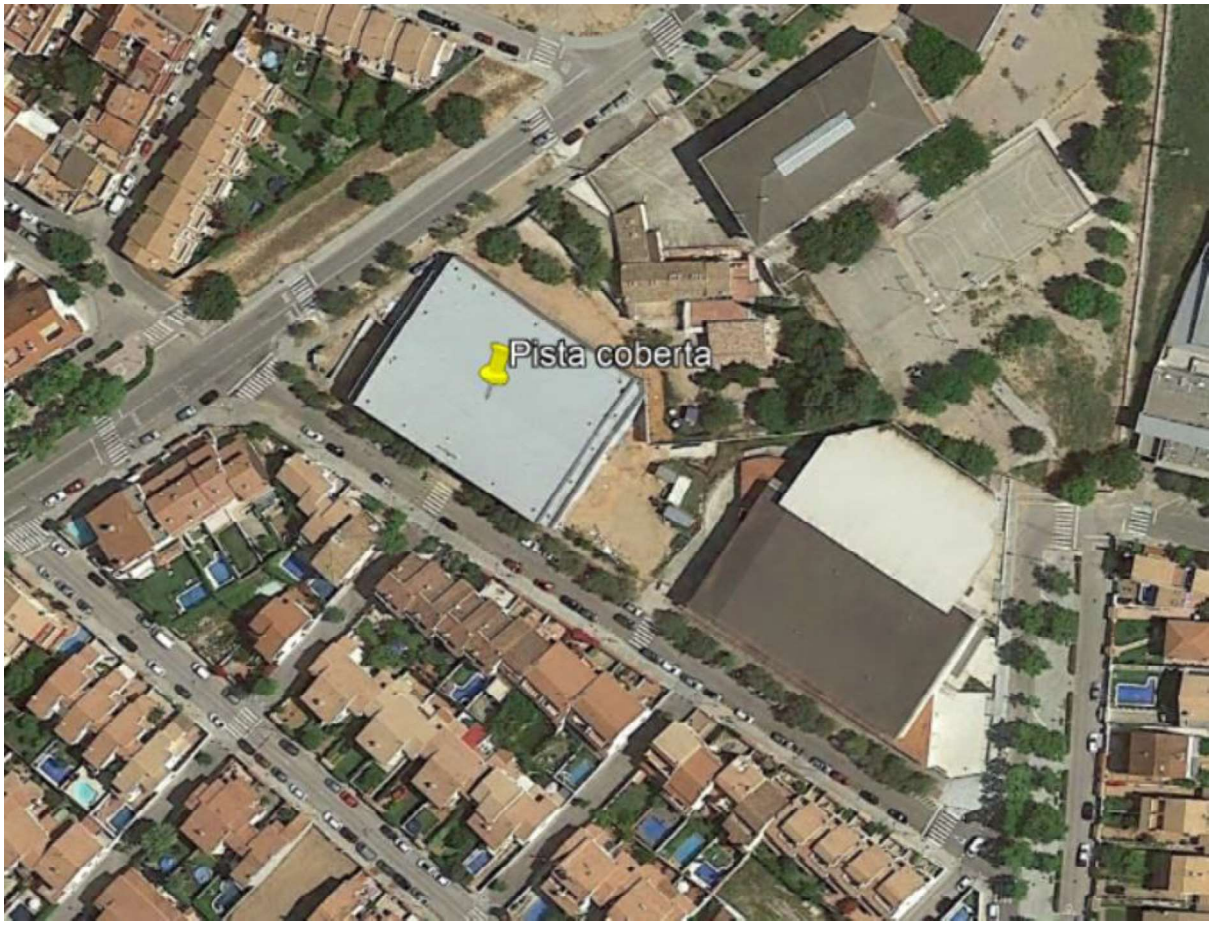


Figura 1. Situació del Pavelló del nucli de Ribes. Font: Google Earth.

La Pista Coberta està formada per una secció amb una única planta on es troba la pista poliesportiva. En la part oest de l'edifici hi ha un magatzem on actualment hi ha uns dipòsits d'aigua.

La superfície aproximada de la coberta seleccionada per dur a terme el projecte és de 1.750 m^2, dels quals 816 m^2 s'utilitzaran per a la instal·lació fotovoltaica.

L'accés a l'edifici es realitza a través del carrer Cristòfol Mestres i per accedir a la coberta és necessària una plataforma elevadora.

La zona d'accés que comparteix amb el pavelló es pretén utilitzar per apilar els materials necessaris per a la instal·lació. El transport de components pesats (mòduls i estructura) es pretén realitzar des de la mateixa zona d'apilat de materials mitjançant un camió grua.

Figura 2. Emplaçament de l'accés a coberta i de la coberta objecte del projecte. Font: Elaboració pròpia.

Nota: actualment la zona proposada per apilar materials (espai entre el Pavelló i la Pista coberta) és una explanada de formigó i terra.

4 Objecte i abast del projecte

L'objecte del present projecte és descriure i definir les característiques tècniques que han de complir les instal·lacions per a la implantació d'una planta de producció d'energia elèctrica fotovoltaica a la Pista Coberta del Pavelló de Sant Pere de Ribes.

El projecte definirà les condicions tècniques bàsiques per a l'execució de les instal·lacions fotovoltaiques, garantint la seguretat de les persones en la seva execució. La instal·lació fotovoltaica estarà formada pels mòduls, estructura portant, canalitzacions, cablejat, inversors de corrent continua a alterna, proteccions, equips de monitorització, sistema d'emmagatzematge i equips de mesura.

El format d'autoconsum de la planta de producció d'energia elèctrica fotovoltaica es d'autoconsum col·lectiu amb excedents connectat a la xarxa interior, pel que la generació es realitzarà a la coberta del Pavelló, però diferents equipaments i ciutadans, gaudiran de la producció d'energia elèctrica. Es definiran els equipaments i les corbes de consum i l'autoconsum estimat per a cadascun dels equipaments i ciutadans.

El disseny de les instal·lacions s'ha basat en generar el màxim d'energia elèctrica amb l'espai disponible, per tal d'auto consumir el màxim d'energia possible en el total dels equipaments i ciutadans plantejats, i així reduir el consum d'energia elèctrica de la xarxa.

L'abast del projecte compren la instal·lació dels components de la instal·lació fotovoltaica (mòduls, inversors, bateries, cablejat, canalitzacions i proteccions), la instal·lació elèctrica d'interconnexió i l'estructura-suport dels mòduls.

No és objecte del present projecte la justificació del càlcul de l'estructura que suportarà els mòduls fotovoltaics, així com el comportament de l'estructura de l'edifici que suportarà la instal·lació. No obstant s'ha encarregat un càlcul estructural a un tècnic especialitzat per validar la seva execució, així com s'ha realitzat un càlcul previ de l'estructura que suportarà els mòduls. Abans d'executar la instal·lació s'haurà de calcular novament l'estructura suport amb el fabricant que finalment s'instal·li, així com un especialista en càlcul estructural validarà la seva instal·lació en la coberta objecte de projecte.

5 Antecedents

El present projecte és promou des de l'Ajuntament de Sant Pere de Ribes, per tal de reduir les emissions de CO_2 generades en el consum elèctric dels seus equipaments, així com per posar els fonaments de la futura Comunitat Energètica del municipi.

En el cas que ens ocupa, es pretén reduir les emissions derivades dels consums elèctrics de diversos equipaments i serveis socials del municipi en la generació d'energia neta, mitjançant una instal·lació solar fotovoltaica de connexió a xarxa en modalitat d'autoconsum col·lectiu.

L'Ajuntament de Sant Pere de Ribes està promovent accions per tal de poder assolir diversos dels Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS).

Figura 3. Objectius de Desenvolupament Sostenible de les Nacions Unides. Font: Departament de territori i sostenibilitat.

Amb la instal·lació de producció d'energia renovable, l'Ajuntament de Sant Pere de Ribes, assolirà part dels ODS 7, 11 i 13.

Inicialment aquest projecte estava previst dur-se a terme a la coberta del pavelló, ubicat al costat de la Pista Coberta, i per tal de finançar-la l'Ajuntament va participar en la convocatòria d'ajuts de l'ICAEN. A causa de la impossibilitat de dur a terme la instal·lació al pavelló, per tractar-se d'una coberta no transitable, es va decidir traslladar aquesta a la Pista Coberta.

6 Legislació aplicable

La instal·lació fotovoltaica objecte d'aquest projecte es realitzarà de conformitat a les disposicions legals, reglaments, ordenances municipals, normes tècniques particulars de la companyia elèctrica de distribució de la zona i altres normes que siguin d'aplicació. A continuació, s'enumeren les més importants:

Legislació del sector elèctric

- Reial Decret 1955/2000, d'1 de desembre, pel que es regulen les activitats de transport, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia.
- Reial Decret 1110/2007, de 24 d'agost, pel que s'aprova el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric.
- Reial Decret 1699/2011, de 18 de novembre, pel que es regula la connexió a la xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.
- Llei 24/2013, de 26 de desembre, del Sector Elèctric.
- Reial Decret 413/2014, de 6 de juny, pel que es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energies renovables, cogeneració i residus.
- Reial Decret 186/2016, de 6 de maig, pel qual es regula la compatibilitat electromagnètica dels equips elèctrics i electrònics.
- Reial Decret 187/2016, de 8 de maig, relatiu a les exigències de seguretat del material elèctric destinat a ser utilitzat en determinats límits de tensió. Reial decret 1183/2020, de 29 de desembre, d'accés i connexió a les xarxes de transport i distribució d'energia elèctrica
- Circular 1/2021, de 20 de gener, de la Comissió Nacional dels Mercats i la Competència, per la qual s'estableixen la metodologia i les condicions de l'accés i de la connexió a les xarxes de transport i distribució de les instal·lacions de producció d'energia elèctrica.
- Reial Decret Llei 6/2022, de 29 de març, pel qual s'adopten mesures urgents en el marc del Pla Nacional de resposta a les conseqüències econòmiques i socials de la guerra a Ucraïna.

Legislació d'energia solar fotovoltaica

- Reial Decret 314/2006 de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.
- Reial Decret 244/2019, de 5 d'abril, pel que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.

- Decret Llei 24/2021, de 26 d'octubre, d'acceleració del desplegament de les energies renovables distribuïdes i participades.
- Plec de condicions tècniques d'instal·lacions fotovoltaiques connectades a xarxa del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), juny de 2011.

Legislació de seguretat industrial

- Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.
- Reglament Delegat (UE) 2016/364 de la Comissió, d'1 de juliol de 2015, relatiu a la classificació de les propietats de reacció al foc dels productes de construcció de conformitat amb el Reglament (UE) núm. 305/2011 del Parlament Europeu i del Consell.

Legislació de seguretat en el treball

- Ordre de 9 de març de 1971 per la qual s'aprova la Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball.
- Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres de construcció.

7 Descripció de les instal·lacions i dels equips principals

7.1 Descripció general

La instal·lació fotovoltaica objecte d'aquest projecte es del tipus d'autoconsum col·lectiu a través de xarxa amb un consumidor connectat en xarxa interior. Administrativament, gran part de la generació total de la planta fotovoltaica, servirà per auto abastir diferents equipaments i habitants del municipi.

La instal·lació estarà formada principalment per **304 mòduls monocristal·lins Trinasolar model Vertex S TSM-400 DE09.08 de 400 W** o similar, sumant una potència instal·lada de **121,60 kWp**. Per a la conversió de la corrent continua a alterna, s'utilitzaran **2 inversors Fronius model Tauro 50-3-D de 50 kWn** o similar, sumant una potència nominal de **100 kW**.

A més s'instal·laran dues bateries del fabricant sonnen model **sB10 Performance** de **55 kWh** i **8 kW** per tal d'augmentar el percentatge d'autoconsum total de la instal·lació.

7.2 Generador fotovoltaic

7.2.1 Mòdul fotovoltaic

Les especificacions tècniques dels mòduls seleccionats per a una radiació estàndard de 1.000 W/m² i una temperatura de cèl·lula de 25ºC, són les següents:

Taula 1. Característiques mòdul seleccionat. Font: Trina Solar.

Mòdul	Trinasolar TSM-400 DE09.08
Potència pic [W]	400
Tipus de cèl·lula	Monocristal·lines
Tensió en punt de màxima potència (Vmppt) [V]	34,20
Intensitat en el punt de màxima potència (Imppt) [A]	11,7
Tensió en circuit obert (Voc) [V]	41,20
Intensitat de curtcircuit (Isc) [A]	12,28
Eficiència [%]	20,80
Coeficient de temperatura de Pmax [%/ºC]	-0,340%
Coeficient de temperatura de Voc [%/ºC]	-0,250%
Coeficient de temperatura de Isc [%/ºC]	0,040%
Alçada [mm]	1754
Ample [mm]	1096
Profunditat [mm]	30
Pes [kg]	21

Els mòduls hauran de complir les normatives IEC 61215, UNE-EN 61215 i estaran certificats per una entitat o organisme reconegut.

En el Plec de Condicions Tècniques s'assenyalen les característiques constructives i de funcionament que ha de complir aquest component.

7.2.2 Composició del generador fotovoltaic

El generador fotovoltaic estarà format per 2 camps de captació situats a la coberta objecte del projecte amb estructura inclinada de 10º i orientació sud-oest, i es connectarà als 2 inversors especificats anteriorment.

Figura 4. Disseny en 3D del camp fotovoltaic. Font: PVSOL.

7.2.3 Configuració de les series o strings

La configuració de les series o strings es resumeix en el quadre següent:

Taula 2. Configuració de les series de mòduls per a cada inversor. Font: Elaboració pròpia.

Inversor	Sèrie	Nº de mòduls	P (Wp)
1	1	17	6.800
	2	17	6.800
	3	17	6.800
	4	17	6.800
	5	17	6.800
	6	17	6.800
	7	17	6.800
	8	17	6.800
	9	16	6.400
2	1	17	6.800
	2	17	6.800
	3	17	6.800
	4	17	6.800
	5	17	6.800
	6	17	6.800
	7	17	6.800
	8	17	6.800
	9	16	6.400
Total		**304**	**121.600**

Cada sèrie disposarà de fusibles de corrent continu i es disposarà de descarregadors de sobretensions transitòries per cada punt de màxima potència MPPT. Els inversors incorporaran un seccionador. En els esquemes unifilars adjunts es poden observar els calibres i tipus de protecció descrites.

7.2.4 Disposició dels mòduls

A efectes de preservar l'eficiència de la solució tècnica adoptada, la disposició dels mòduls sobre la coberta ha de complir els criteris d'inclinació i orientació òptimes, així com de distància entre files de mòduls, per tal d'evitar ombres entre ells.

Inclinació i orientació dels mòduls respecte a l'horitzontal

En el cas que ens ocupa s'ha previst una d'inclinació dels mòduls sobre estructura inclinada de 10º a sobre de la coberta plana. La orientació dels mòduls és sud-oest, concordant amb el disseny de l'edifici.

Distància entre files de mòduls

Per limitar els efectes d'ombres, la distància entre files de mòduls s'ha determinat d'acord amb el criteri de l'alçada solar el dia del solstici d'hivern, on l'alçada solar surant aquest dia s'estimarà en funció de la latitud de l'emplaçament:

En calcula amb les següents expressions:

$$d = l \cdot \left(\frac{\sin\beta}{tan(\gamma)} + cos\beta\right)$$

$$d_2 = d - l \cdot cos\beta$$

$$d = 1{,}096 \cdot \left(\frac{\sin 10}{tan(25{,}03)} + cos10\right) = 1{,}49\ m$$

$$d_2 = 1{,}49 - 1{,}096 \cdot cos10 = 0{,}41\ m$$

on l és la longitud del mòdul, β l'angle d'inclinació, γ_{min} l'angle d'alçada solar en el solstici d'hivern en la latitud de l'emplaçament, d la longitud entre inicis de files (pitch) i d_2 la distància entre files (passadissos), d'acord amb la imatge següent:

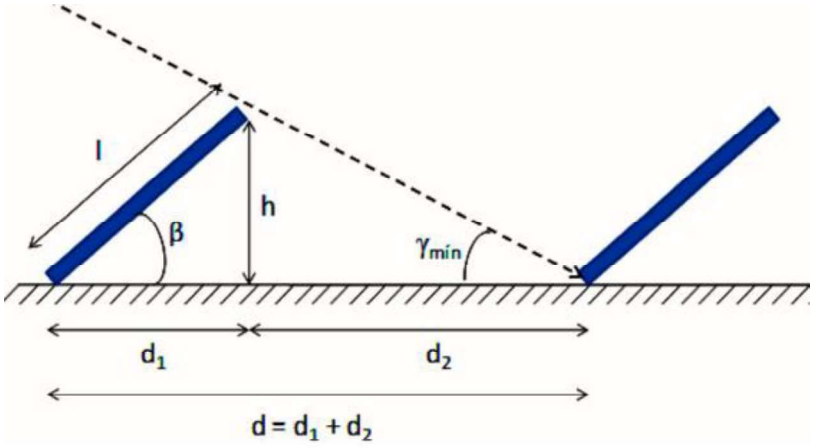


Figura 5. Figura amb les variables per al càlcul de distància entre files.

Tal i com s'observa en els plànols, la distància que s'ha previst entre files de mòduls, és de 0,50 m, sent superior a la mínima calculada, assegurant que no hi haurà ombres entre files de mòduls.

7.3 Estructura suport

Els mòduls solars estaran disposats amb una inclinació de 10º i un azimut de 34º Sud-oest, i aquests s'hauran de subjectar cargolats a l'estructura suport de perfilaria d'alumini.

L'estructura-suport d'alumini que s'instal·larà serà de la firma *K2 systems model S-Dome 6.10* o similar per a cobertes planes. Aquesta estructura anirà subjectada a la coberta de l'edifici mitjançant el seu propis pes i pedres de llast, evitant perforar la coberta i disminuint els temps de muntatge. Els mòduls s'uniran a l'estructura mitjançant pinces, i es col·locaran tal i com s'observa en la imatge següent.

Figura 6. Estructura inclinada K2 sytems S-Dome 6.10 llastrada per a cobertes planes. Font: K2 systems.

<u>Dimensionat i justificació de càlcul</u>

S'ha realitzat un càlcul de l'estructura-suport mitjançant el software del fabricant d'estructures K2 systems. En l'annex de càlcul es poden observar els resultats.

La instal·lació fotovoltaica s'instal·larà sobre una coberta tipus Deck. La coberta de la pista té una estructura completament realitzada amb perfils metàl·lics del tipus tubular o laminat.

Figura 7. Imatge de la coberta objecte de projecte. Font: Elaboració pròpia.

CFG Ingeniería ha elaborat un informe tècnic de revisió estructural per determinar el comportament de la futura instal·lació fotovoltaica a l'actual coberta de la Pista Coberta. L'informe es pot trobar a la separata d'aquest document.

El fabricant de l'estructura que finalment s'instal·li justificarà la sobrecàrrega d'aquesta sobre l'edifici, així com la seva resistència a les accions del vent i la neu.

7.4 Inversors

Els inversors realitzaran la conversió del corrent continu proporcionat pel sistema de mòduls en energia alterna a 50 Hz per abocar-se a la xarxa.

Els inversors seran trifàsics i incorporaran els elements necessaris per a la detecció de defecte a terra, les proteccions de tensió i freqüència, i la funció de desconnexió-connexió automàtica en cas de pèrdua de tensió o freqüència de la xarxa, de manera que s'eviti el funcionament en illa de la instal·lació.

El nombre de series i nombre de mòduls per cadena a connectar a cada inversor es realitzarà d'acord amb les recomanacions del fabricant, de manera que es procurarà que els punts d'operació i rendiments siguin òptims. En l'apartat de càlculs es descriuen el nombre de series i mòduls per cada inversor.

Els inversors estaran homologats i les seves característiques s'ajustaran al que estableix en el Plec de Condicions de l'IDAE. A més, la configuració escollida i les prestacions mínimes dels inversors han de complir el següent:

- Potència de pic instal·lada per inversor dins de les recomanacions del fabricant.
- Rendiment mínim 97%.
- Coeficient de distorsió no lineal segons normativa.
- Factor de potència> 0,98.
- Autoconsum < 5 W.
- Gamma de temperatura d'operació -20ºC a 55ºC.
- Humitat ambient fins a 95%.
- Capacitat de monitorització (Interface per a dades, interfície per a sensors ambientals, sistema d'alarma).

En el cas que ens ocupa s'instal·laran 2 inversors de la firma *Fronius model Tauro 50-3-D de 50 kWn* o similar, els quals comptaran amb les característiques següents:

Taula 3. Característiques de l'inversor seleccionat. Font: Fronius.

Inversor	Fronius Tauro 50-3-D
Valors d'entrada (DC)	
Tensió MPPT min [V]	400
Tensió MPPT MAX [V]	870
Tensió màxima [V]	1000
Intensitat màxima d'entrada [A]	134
Intensitat màxima de curtcircuit [A]	240
Nombre d'entrades (strings per entrada)	7
Seguidors MPPT	3
Valors de sortida (AC)	
Potència nominal [W]	50000
Intensitat màxima [A]	76
Tensió nominal [V]	400
Freqüència nominal [Hz]	50
Factor de potència	1
THD [%]	< 3
Eficiència màxima [%]	98,6
Euroeficiència [%]	98,1

La interconnexió dels equips pot apreciar-se en la documentació gràfica que s'acompanya i en l'annex de càlculs, el cablejat a utilitzar.

7.5 Sistema d'emmagatzematge

Tal com s'ha esmentat anteriorment, per tal d'augmentar el percentatge d'autoconsum de la instal·lació fotovoltaica objecte d'aquest projecte, s'ha previst la instal·lació d'un sistema d'emmagatzematge en la Pista Coberta.

S'ha seleccionat un sistema de bateries de Liti del fabricant alemany sonnen. Es preveuen instal·lar 2 bateries (cadascuna de les bateries disposa de dos mòduls) model sB10P 10p/55 *de 55 kWh i 8 kW* o similar , les quals comptaran amb les característiques següents:

Taula 4. Característiques de la bateria seleccionada. Font: sonnen.

Bateria	sonnen sB10P 10p/55
Capacitat nominal [kWh]	55
Tecnologia	Liti ferrofosfat (LFP)
Pes [kg]	535
Dimensions (Alt/Ample/Profund) [cm]	172-184/69/36
Nombre de mòduls	2
Potència nominal [kW]	8
Rang de temperatura ambient [ºC]	-5ºC – 45ºC
Grau de protecció	IP30
Mode operatiu	Trifàsic / 400 V / 50 Hz
Vida útil de disseny [anys]	20
Garantia [anys]	10
Cicles	10.000

Aquest model de bateria és compatible amb els inversors seleccionats per la instal·lació fotovoltaica.

La interconnexió dels equips pot apreciar-se en la documentació gràfica que s'acompanya i en l'annex de càlculs, el cablejat a utilitzar.

7.6 Proteccions de tensió, freqüència, galvànica i funcionament en illa

La funció de connexió-desconnexió automàtica per proteccions de sobre i subfreqüències, sobre i subtensions i funcionament en illa quedaran integrades en els inversors, amb tarat dins de les toleràncies especificades en normativa.

La protecció per aïllament galvànic quedarà assegurada pels inversors.

7.7 Quadre elèctric de proteccions de corrent continu

Es preveuen 3 quadres de corrent contínua, instal·lats al costat dels inversors, que albergaran les bases porta fusibles, els fusibles de protecció de string i la protecció contra sobretensions transitòries per cada MPPT. També contindran un seccionador de tall general.

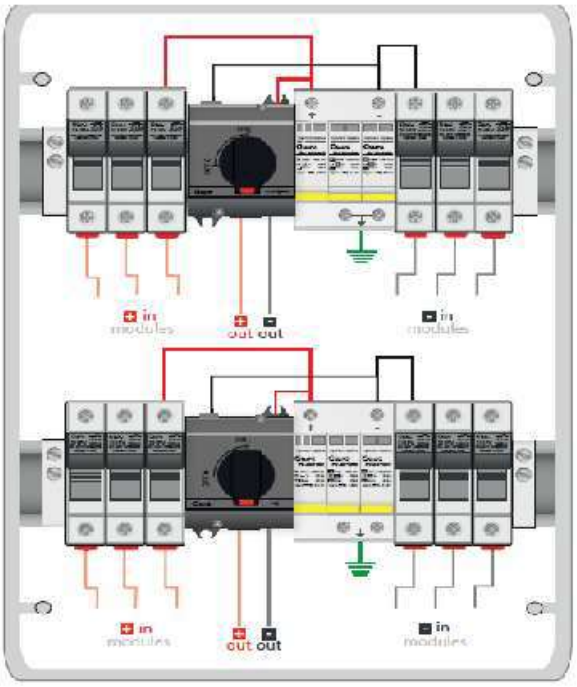


Figura 8. Quadre DC proposat per a la instal·lació amb 3 MPPT. Font: Gave.

7.8 Quadre elèctric de proteccions de corrent altern

Les proteccions de corrent alterna es col·locaran als quadres elèctrics a instal·lar al costat dels inversors i les bateries. Aquests albergaran les següents proteccions:

- Un interruptor tetrapolar per a cada inversor i bateria
- Un interruptor diferencial de 30 mA per a cada inversor
- Un interruptor diferencial de 300 mA per a cada bateria
- Un interruptor general tetrapolar

7.9 Equip de mesura

Al ser objecte del present projecte una instal·lació d'autoconsum **col·lectiu en xarxa exterior amb un consumidor connectat en xarxa interior** i donant compliment a l'especificat al R.D. 244/2019, on es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica, s'instal·larà un equip de mesura per a la generació el qual contindrà:

- Els elements de mesura
- Els elements de protecció
- Els elements de verificació

L'esquema de la instal·lació es correspondrà amb la figura 25 de la "Guía professional de Tramitación del Autoconsumo" de l'IDAE.

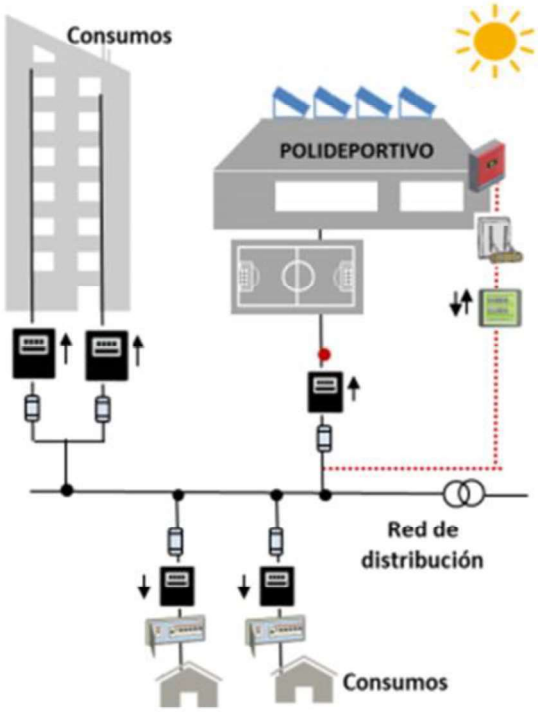


Figura 9. Esquema de connexió per a instal·lacions autoconsum col·lectius. Font: Guía de Tramitación del Autoconsumo de l'IDAE.

En el cas que ens ocupa, el subquadre de la Pista Coberta penja del comptador del pavelló, el qual es troba situat en una de les sales dintre de l'edifici, mentre que la CGP es troba instal·lada en un armari integrat en el mur exterior proper a la façana est del pavelló. Per falta d'espai en l'armari on s'ubica la CGP actual, es proposa instal·lar el comptador de generació en un armari d'obra i realitzar una connexió a una caixa de derivació, així com instal·lar una nova CGP i una caixa seccionadora.

La connexió quedarà pendent de l'aprovació de l'empresa distribuïdora que detallarà les condicions tècniques i econòmiques en l'estudi del punt de connexió que previ a la construcció de la instal·lació es sol·licitarà.

Figura 10. Instal·lació d'enllaç existent al Pavelló de Ribes. Font: elaboració pròpia.

Els elements de mesura i la seva classe de precisió compliran amb el R.D. 1110/2007, Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric.

L'equip de mesura que alimenta a l'edifici, no disposa d'un mòdem per a l'accés i la telemesura de l'energia a facturar.

7.10 Monitorització de la instal·lació

Es disposarà d'un sistema de monitorització dels paràmetres principals de la instal·lació, amb al menys les següents funcionalitats:

Paràmetres elèctrics

- Targeta de monitorització dels inversors, d'acord amb el fabricant.

Registrador de dades

- Registradors de dades amb el nombre adient d'entrades analògiques i digitals.

Pantalla de visualització

- S'instal·larà una pantalla de visualització, del fabricant Xiaomi o similar, en un lloc visible de l'edifici amb l'objectiu de mostrar les dades més significatives de la instal·lació fotovoltaica.

Connectivitat a xarxa

- Router
- Switch
- Cablejat

Els equips de monitorització seran plenament compatibles amb els inversors i es disposarà de busos de comunicació que permetin total consulta des de la xarxa i / o internet.

En el cas que ens ocupa 1 dels 2 inversors portarà incorporat un datalogger, el qual es connectarà amb l'altre inversor mitjançant el protocol RS485 per tal d'obtenir una bona comunicació. Pel fet que l'edifici objecte del projecte no disposa de rack de comunicacions, s'instal·larà un equip amb targeta 3G o 4G per poder enviar les dades a la plataforma de gestió energètica.

En una segona fase, es vincularan tots els consumidors associats a l'autoconsum col·lectiu mitjançant la plataforma Nnergix o similar, que permet integrar i centralitzar les dades provinents dels equips de submetering en el cas de les instal·lacions de generació i les dades provinents dels comptadors fiscals (via web DATADIS) en el cas dels habitatges i equipaments municipals que disposin d'equips amb telemesura.

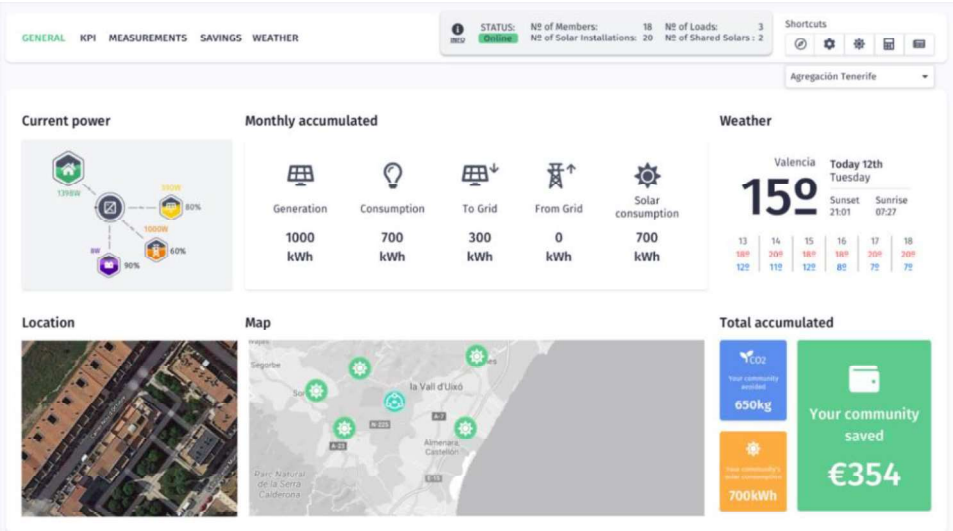


Figura 11. Captura de pantalla de la plataforma. Font: Nnergix.

7.11 Espai tècnic per equips

Els inversors, les bateries i els quadres elèctrics de proteccions de corrent continu i altern s'ubicaran al magatzem, situat a l'oest de l'edifici:

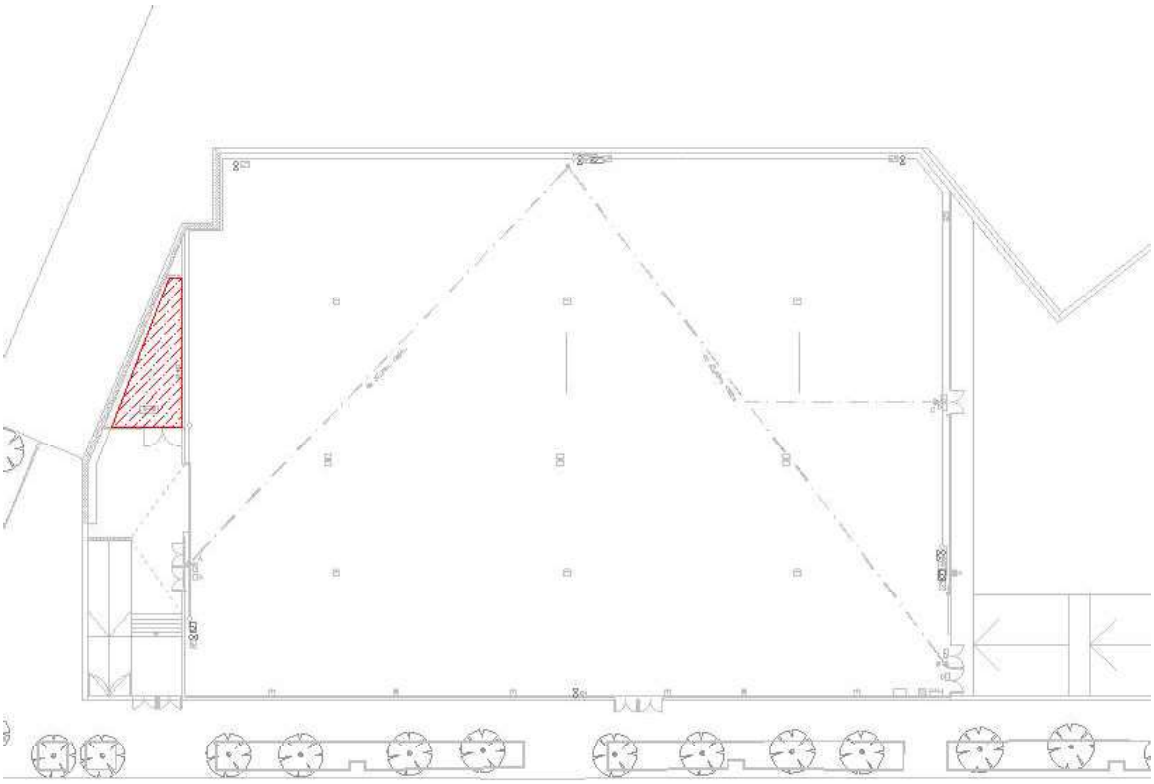


Figura 12. Espai reservat per a instal·lar els inversors solars, bateries i els quadres elèctrics de protecció de la instal·lació fotovoltaica. Font: Elaboració pròpia.

Les característiques i les cotes d'instal·lació dels armaris queden indicats en la imatge següent i en els plànols adjunts.

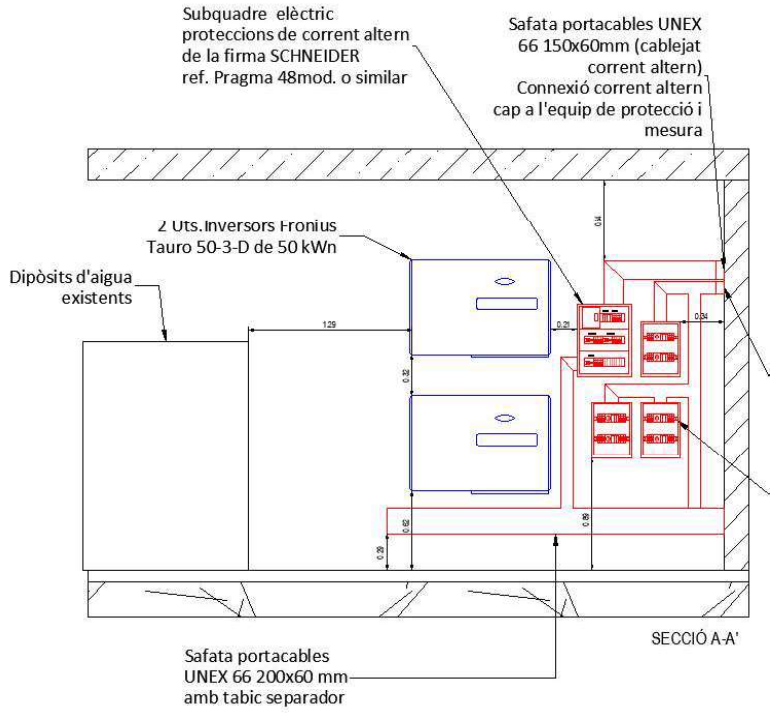


Figura 13. Detall d'instal·lació d'inversors i quadres de protecció de la instal·lació fotovoltaica. Font: Elaboració pròpia.

La porta dels quadres de protecció de corrent continu es senyalitzarà amb el següent senyal:

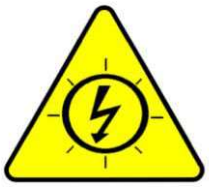


Figura 14. Senyalització armari instal·lacions fotovoltaiques en xarxa. Font: Bombers de Barcelona.

Addicionalment es recomana senyalitzar el cablejat de corrent continu amb la següent senyalització cada 10 m i una llargada mínima de 10 cm amb lletres blanques, majúscules, en Arial, amb un cos de lletra mínim de 20.

Figura 15. Senyalització cablejat CC. Font: Bombers de Barcelona.

7.12 Canalitzacions

Per a la instal·lació del cablejat es disposaran safates plàstiques ventilades i llises amb tapa al llarg del recorregut i tub rígid de PVC.

Les safates plàstiques perforades i llises seran de doble aïllament, amb tapa i resistents a la corrosió i als raigs ultraviolats. Es recomana la instal·lació d'una *safata UNEX 66 U23X* o similar.

7.13 Instal·lació de connexió a xarxa

7.13.1 Connexió interior

La connexió de la instal·lació es realitzarà a través de l'equip de protecció i mesura que s'ubicarà en un nou armari d'obra. Aquest nou armari s'ubicarà al costat de l'armari existent on s'ubica la CGP actual de l'equipament. S'ha previst una línia que partirà de l'equip de protecció i mesura fins al quadre de corrent altern ubicat al costat dels inversors.

La connexió al quadre es realitzarà amb un cable RZ1-K de 4x185+95 mm^2 de la següent manera:

- Mitjançant safata de plàstic aïllant de base llisa de 200x60 mm des de l'equip de protecció i mesura fins al nou pas soterrat entre pavellons.
- Mitjançant tub soterrat de diàmetre 160 mm nominal per nou pas soterrat fins a la Pista Coberta.
- Mitjançant safata de plàstic aïllant perforada de 200x60 mm per la coberta fins a la sala tècnica.

Es col·locarà una protecció magnetotèrmica de 160A/4P.

7.13.2 Tensió de servei

La xarxa a la que està connectat l'edifici és en baixa tensió amb corrent altern trifàsic de 50 Hz, neutre connectat a terra, amb esquema de distribució TT. La tensió nominal és de 400 V entre fases i 230 V entre fase i neutre.

7.13.3 Conductors de xarxa

S'utilitzaran els mateixos conductors que la Derivació Individual.

Un cop el projecte sigui aprovat per la propietat, es procedirà a sol·licitar un punt de connexió a l'empresa distribuïdora.

La connexió de la instal·lació fotovoltaica es realitzarà d'acord a les especificacions de les normes Tècniques Particulars d'e-distribución, especialment la NRZ105 i la Guia Vademecum.

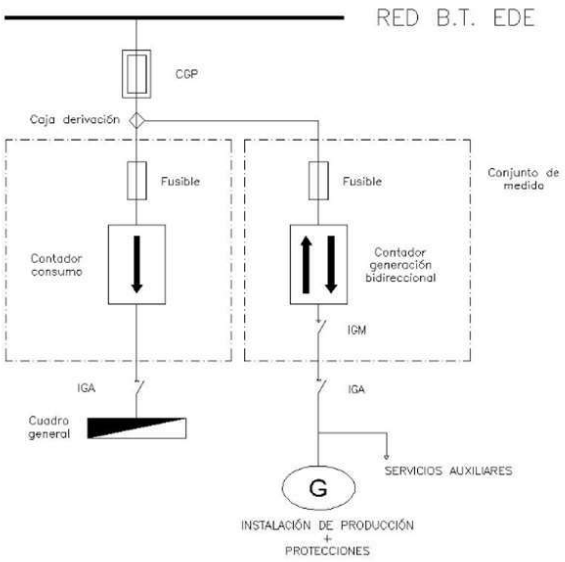


Figura 16. Esquema de connexió. Font: NRZ105 E-distribución

7.13.4 Caixa General de Protecció

S'haurà d'instal·lar una nova caixa general de protecció per adaptar-se a la normativa vigent i poder augmentar la potència adscrita del pavelló, que actualment és de 31,00 kW.

7.13.5 Escomesa

L'escomesa s'haurà de substituir ja que s'instal·larà una nova Caixa General de Protecció i es realitzarà seguint les prescripcions de l'empresa distribuïdora.

No s'ha pogut verificar el traçat de la derivació individual actual que uneix la CGP i el comptador de consum de l'edifici. És per això que en el moment d'executar l'obra s'haurà de verificar la possibilitat d'aprofitar la derivació individual existent amb la nova escomesa. En cas de no poder aprofitar-la s'haurà de substituir.

7.14 Instal·lació de posada a terra

Es conservarà l'esquema de distribució TT per determinar les característiques de les proteccions contra xocs elèctrics, davant defecte i contra sobreintensitats

Les connexions a terra es realitzaran normalment mitjançant piques cilíndriques de 2 metres de coure, connectades amb cable de coure nu. Es procurarà que la part superior de la piqueta quedi 15 o 20 cm per sota de el nivell de terra.

La tensió de contacte haurà de ser inferior a 24 V.

La instal·lació de terra del camp fotovoltaic, així com dels quadres elèctriques s'unificarà amb la instal·lació de posada a terra de l'edifici.

8 Modalitat d'autoconsum

La instal·lació fotovoltaica proposada en el present projecte funcionarà en la modalitat d'autoconsum col·lectiu amb excedents i amb compensació connectada amb un consumidor en xarxa interior, tal com es mostra a l'esquema següent de la "Guía professional de Tramitación del Autoconsumo" de l'IDAE.

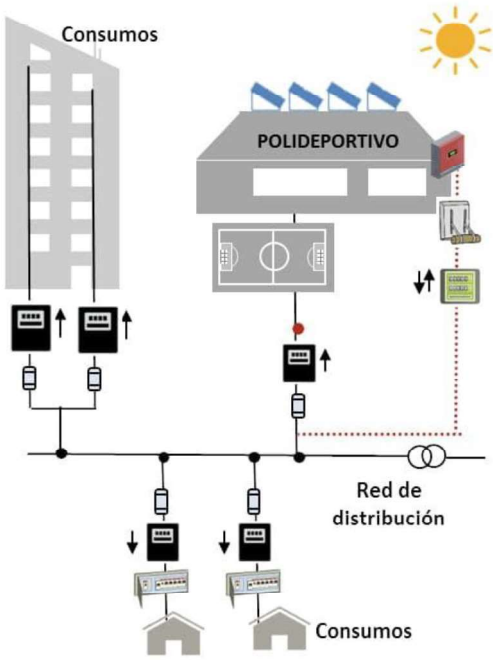


Figura 17. Esquema de connexió per a instal·lacions autoconsum col·lectiu. Font: Guía de Tramitación del Autoconsumo de l'IDAE.

En aquesta configuració, es necessari que hi hagi al menys un consumidor associat a la instal·lació a xarxa interior, en el nostre cas, el subministrament del Pavelló de Ribes.

Es realitzarà el repartiment d'energia generada segons el consum de cada consumidor associat, realitzant un balanç energètic coneixent el valor d'energia consumida i els excedents generats per acollir-se a la compensació simplificada.

Serà necessari signar un nou contracte d'accés amb la companyia distribuïdora i un nou contracte amb l'empresa comercialitzadora, encara que el productor i consumidor siguin la mateixa persona física o jurídica. Els excedents es compensaran per l'import acordat amb la companyia comercialitzadora en la factura a final de mes.

Els tràmits relacionats amb aquesta modalitat d'autoconsum són els següents:

- Sol·licitar punt de connexió a la companyia distribuïdora.
- Legalitzar la instal·lació (RITSIC).
- Signar acord de repartiment d'energia entre generador i consumidors.
- Sol·licitar el contracte d'accés a la companyia distribuïdora.
- Revisió de l'equip de mesura de generació per part de la companyia distribuïdora.
- Donar d'alta la instal·lació al registre autonòmic dins la modalitat d'autoconsum amb compensació d'excedents (RAC).
- Comunicació de modalitat d'autoconsum a la comercialitzadora per tal de formalitzar el contracte de compensació d'excedents per cada consumidor associat.

9 Bases de disseny

9.1 Irradiació

Els càlculs d'irradiació s'han realitzat amb el programa PVSOL premium i les bases de dades meteorològiques d'aquest són extretes de Meteonorm.

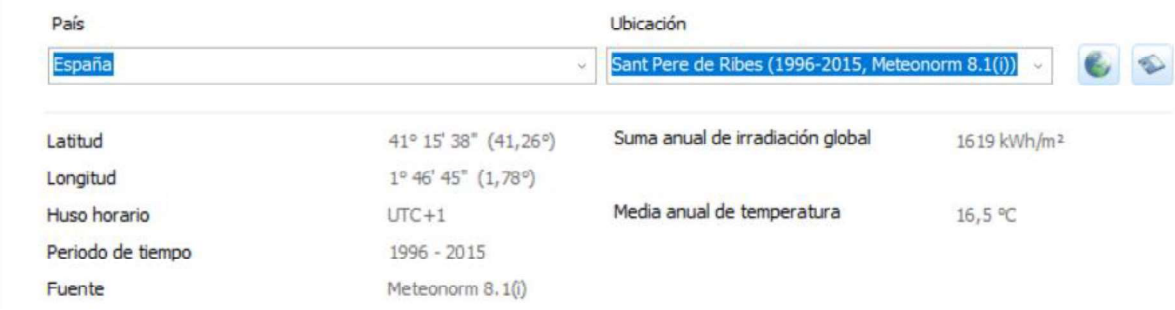


Figura 18. Dades meteorològiques utilitzades en la simulació de la instal·lació. Font: PVSOL.

9.2 Pèrdues per ombres

No s'han considerat pèrdues per ombres entre mòduls ja que tal i com s'ha justificat en apartats anteriors, els mòduls estan disposats en files a una distància suficient entre elles per no produir-se ombres.

No obstant, si que s'han considerat les pèrdues per ombres provocades per la situació geogràfica de la instal·lació (muntanyes, valls, desnivells, etc) i els obstacles de l'edifici (xemeneies, murets, edificacions, altres instal·lacions, etc). En el cas que ens ocupa, els edificis pròxims estan a suficient distància com per no provocar ombres.

9.3 Consum elèctric i dimensionat de la instal·lació

Es realitzarà l'estudi de la producció i consum de cada consumidor associat al autoconsum col·lectiu. Els consums associats seran els següents:

- Pavelló Ribes
- CEIP Els Costerets
- Llar d'infants El Cargol
- Biblioteca Manuel de Pedrolo
- Can Pau Roig

Figura 19. Consums associats a l'autoconsum col·lectiu de la instal·lació plantejada on es marca el límit de 500 metres . Font: Google Earth.

El consum elèctric de cada consumidor associat s'ha extret de les factures aportades pel client. Les dades que s'han tingut en compte són dels anys 2021 i 2022, en les quals els diferents equipaments disposaven de tarifes 3.0TD i 2.0TD.

9.4 Rendiment i balanç d'energia

En el balanç d'energia, s'han de justificar els rendiments i les prestacions dels diferents elements, tenint en compte les següents pèrdues:

- Pèrdues en els mòduls (caigudes de tensió en díodes i pèrdues de potència)
- Pèrdues en el cablejat
- Rendiment dels inversors
- Potencial brutícia / ombres en mòduls
- Percentatge de disponibilitat de la planta (99%)

El rendiment de la instal·lació, tenint en compte els anteriors factors, serà del **85,30%.** En el càlcul no s'han considerat pèrdues en la xarxa de distribució pública.

El dimensionament de la instal·lació fotovoltaica s'ha dut a terme considerant el màxim de potència instal·lable en la coberta i donant compliment a l'especificat al R.D. 244/2019, on es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum

d'energia elèctrica. La instal·lació proposada és de 121,60 kWp instal·lats, i 100,0 kW nominals.

Els resultats més rellevants de la simulació són:

Taula 5. Resultats simulació. Font: PVSOL.

Pronóstico rendim.		
Potencia generador FV	121,60	kWp
Rendimiento anual espec.	1.444,57	kWh/kWp
Coeficiente de rendimiento de la instalación (PR)	85,30	%
Reducción de rendimiento por sombreado	1,4	%/Año
Inyección en la red	175.800	kWh/Año
Inyección en la red en el primer año (incl. degradación del módulo)	175.800	kWh/Año
Consumo Standby (Inversor)	140	kWh/Año
Emisiones de CO_2 evitadas	43.915	kg / año

9.5. Coeficients d'assignació d'autoconsum col·lectiu

Es proposa la següent assignació de coeficients segons l'energia consumida per cada consumidor associat. Per tant, els coeficients de repartiment de la producció total quedaria repartida de la següent forma:

Taula 6. Repartiment de generació d'energia proposat per l'autoconsum col·lectiu del pavelló. Font: elaboració pròpia.

EIDIFICI	NOM	GENERACIÓ kWh	CONSUM TOTAL ANY kWh	CONSUM EN HORES SOLARS kWh	COEFICIENT BETA %	TOTAL GENERACIÓ PROVINENTCE kWh	AUTO CONSUM FV kWh	AUTO CONSUM BATERIA kWh	CONSUM TOTAL XARXA kWh	TOTAL EXCEDENTS kWh	% Autoconsum (Autoconsumida vs Generada)	Cobertura de consum % (Autoconsumida vs. Consumida total)
1	Pavelló Ribes	175.800	104.454	47.454	29,93%	52.620	33.695	10.816	59.943	8.109	85%	43%
2	CEIP Els Costerets		69.585	34.113	21,52%	37.826	19.806	7.775	42.003	10.245	73%	40%
3	Llar d'infants El Cargol		19.522	11.339	7,15%	12.573	9.263	2.584	7.675	725	94%	61%
4	Biblioteca Manuel de Pedrolo		50.894	29.049	18,32%	32.212	20.256	6.621	24.017	5.335	83%	53%
5	Can Pau Roig		57.788	36.585	23,08%	40.568	20.704	8.339	28.745	11.525	72%	50%
TOTAL		175.800	302.244	158.540	100%	175.800	103.725	36.135	162.384	35.940	80%	46%

NOTA: El consum de l'equipament Can Pau Roig és estimat segons el projecte bàsic i executiu de reforma i canvi d'ús a activitat administrativa per a aquest edifici.

A la taula anterior es pot observar que l'autoconsum esperat per part dels equipaments municipals seria d'aproximadament el 80%.

10 Càlculs justificatius

10.1 Càlculs elèctrics

Els càlculs que es detallen en aquest apartat es corresponen amb el disseny elèctric específic d'aquest projecte. Per a la instal·lació que finalment s'executi s'haurà de verificar el seu correcte funcionament i compliment de les prescripcions aplicables en funció del material escollit.

10.1.1 Règim d'operació dels inversors

S'ha analitzat el règim d'operació dels inversors proposats, tenint en compte els paràmetres elèctrics dels mòduls solars i verificant per a cada inversor que:

- Les tensions d'entrada als inversors estan dins dels valors admissibles d'aquests (tensions màxima i mínima).
- Es consideraran les variacions de la tensió dels mòduls amb la temperatura, entre els extrems -10ºC i 60ºC.
- Les potències màximes d'entrada a l'inversor estan per sota de les màximes permissibles, de manera que s'eviti el tall automàtic per excés de potència i conseqüent pèrdua de rendiment de la instal·lació.

La taula adjunta recull els paràmetres d'operació de l'inversor escollit d'acord amb l'agrupació més desfavorable proposada de mòduls i de línies d'entrada.

Taula 7. Verificació dels inversors. Font: Elaboració pròpia.

Inversor	Mòduls en sèrie	Sèries en paral·lel	Voc [V] a7,15ºC	Vmppt [V] a7,15ºC	Validació	Imppt [A]	Validació	Voct [V] a7,15ºC	Validació	Isc [A]	Validació	Tmax [ºC]	Tmin [ºC]
Tipus 1	16	3	41,24	571,62	OK	35,10	OK	659,86	OK	36,84	OK	66,95	7,15
Tipus 1	17	3	41,24	607,34	OK	35,10	OK	701,10	OK	36,84	OK	66,95	7,15

Es verifica que amb l'actual configuració de series de mòduls, el règim d'operació de l'inversor, pel que fa a màximes tensions i potència de sortida, està dins de les toleràncies assenyalades pel fabricant.

10.1.2 Càlcul de línies elèctriques

Els càlculs dels conductors s'ha realitzat de conformitat amb la ITC-BT-19 del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.

Les seccions del cablejat queden indicades en els esquemes unifilars adjunts en l'annex de plànols. S'ha dissenyat amb els criteris de caiguda de tensió màxima (limitada al 1,5%).

A continuació es descriuen les fórmules aplicades per comprovar els criteris anteriors.

10.1.3 Càlcul per a corrent continu

Característiques del cablejat de corrent continu (H1Z2Z2-K 1,8 kV):

- Característiques davant al foc: baixa emissió de gasos corrosius, baixa emissió de fums, lliure d'halògens i no propagador de la flama.
- Classe de reacció al foc (CPR): E_{ca}
- Tensió màxima en corrent altern: 1 kV
- Tensió màxima en corrent continu: 1,8 kV
- Temperatura mínima de servei: -40ºC
- Temperatura màxima de servei: 120ºC

Temperatura d'operació del cablejat per al càlcul de la conductivitat:

$$T = T_{amb} + (T_{max} - T_{amb}) \times \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2$$

On:

- T_{amb}: Temperatura ambient (70 ºC)
- T_{max}: Temperatura màxima del conductor (120 ºC)
- I: Intensitat prevista pel conductor (A)
- I_{max}: Intensitat màxima del conductor en funció del tipus d'instal·lació (A)

Caiguda de tensió percentual:

$$cdt(\%) = \frac{2 \times L + I_{mppt}}{\gamma \times V_{mppt} \times S} \times 100$$

On:

- L: Longitud de la línia (m)
- I_{mptt}: Intensitat en el punt de màxima potència (A)
- γ: Conductivitat del conductor en funció de la seva temperatura (m/Ω·mm^2)
- V_{mptt}: Tensió en el punt de màxima potència (V)
- S: Secció del cable (mm^2)

Caiguda de tensió:

$$cdt\ (V) = cdt(\%) \times V_{mppt}$$

Intensitat màxima admissible:

$$I_{max,adm}(A) = \frac{I_{SC} \times k4}{k1 \times k2 \times k3}$$

On:

- I_{SC}: Intensitat de curtcircuit del mòdul
- k1: Factor de correcció per acció directa del sol
- k2: Factor de correcció per temperatura d'intempèrie
- k3: Factor de correcció per agrupament de circuits
- k4: Factor de correcció per instal·lació fotovoltaica generadora

El cablejat anirà instal·lat en canal protectora separada de la superfície en el tram exterior, per a que la canalització pugui ventilar millor el calor, i en paret amb canal protectora en el tram interior. La tipologia de sistema considerat en ambdós casos és del tipus B1 (UNE-HD 60364-5-52).

La normativa no és clara en relació al valor de k1. Pel present projecte s'ha emprat un factor recomanat d'1.

El valor k2 ve donat per la taula B.52.14 de la norma UNE-HD 60364-5-52 considerant una temperatura ambient de 50ºC i cablejat amb material aïllant XLPE.

El factor k3 s'obté de la taula C.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52, la qual té en compte l'agrupació de varis circuits o de varis cables multipolars. S'aplica el factor corresponent per a 10 circuits contigus en capa única sobre safates perforades horitzontals o verticals.

Per al coeficient k4 es pren un valor de 1,4 seguint els criteris de la norma IEC 62548.

10.1.4 Càlcul per a corrent altern

Característiques del cablejat de corrent altern (RZ1-K (AS) 0,6/1 kV):

- Característiques davant al foc: baixa emissió de gasos corrosius, baixa emissió de fums, lliure d'halògens i no propagador de la flama.
- Classe de reacció al foc (CPR): Cca-s1b,d1,a1.
- Tensió màxima en corrent altern: 0,6/1 kV
- Temperatura mínima de servei: -40ºC
- Temperatura màxima de servei: 90ºC

Temperatura d'operació del cablejat per al càlcul de la conductivitat:

$$T = T_{amb} + (T_{max} - T_{amb}) \times \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2$$

On:

- T_{amb}: Temperatura ambient (70 ºC)
- T_{max}: Temperatura màxima del conductor (90 ºC)
- I: Intensitat prevista pel conductor (A)
- I_{max}: Intensitat màxima del conductor en funció del tipus d'instal·lació (A)

Caiguda de tensió percentual:

$$cdt\ (\%) = \frac{\sqrt{3} \times L + I}{\gamma \times V \times S} \times 100$$

On:

- L: Longitud de la línia (m)
- I: Intensitat de fase (A)
- γ: Conductivitat del conductor en funció de la seva temperatura ($m/\Omega \cdot mm^2$)
- V: Tensió de línia (V)
- S: Secció del cable (mm^2)

Caiguda de tensió:

$$cdt\ (V) = cdt(\%) \times V$$

Intensitat màxima admissible:

$$I_{max,adm}(A) = I_{INV} \times k1$$

On:

- I_{INV}: Intensitat màxima de sortida de l'inversor
- k1: Factor de correcció per tipus d'instal·lació

Es tracta d'una instal·lació tipus B1 amb cables unipolars aïllats en un conducte sobre una paret i tres conductors amb material aïllant XLPE.

El valor de k1 ve determinat per la ITC-BT 40 i pren un valor d'1,25.

Intensitat de curtcircuit:

$$I_{CC}\ (A) = \frac{0{,}8 \times V}{Z_{MAX}} > 10 \times I_N$$

On:

- V: Tensió de línia (V)
- Z_{max}: Impedància del conductor en funció de la reactància i resistivitat del coure a 150ºC (Ω)

I s'ha de complir:

$$I_{CC}\ (A) > 10 \times I_N$$

On:

- I_N: Corrent nominal de l'interruptor automàtic

10.1.5 Justificació del càlculs de corrent continu (DC)

Càlcul d'intensitat admissible

Taula 8. Càlcul d'intensitat màxima admissible secció corrent contínua. Font: Elaboració pròpia.

Nº de circuits	Isc [A]	k1	k2	k3	k4	Iext [A]	S [mm^2]	Validació
18	12,28	0,9	0,9	0,4	1,4	53,06	6	OK

Tal i com s'observa en la taula, la secció mínima per intensitat admissible és de 6 mm^2.

Càlcul de caiguda de tensió

La taula següent mostra que en cap tram es supera el 1,5% de caiguda de tensió màxim permès.

Taula 9. Càlcul de caiguda secció corrent contínua. Font: elaboració pròpia.

Inversor 1

Sèrie	Nº de mòduls	Immpt [A]	Vmppt [V]	ΔV [V]	L [m]	Tcond [ºC]	γ [m/Ω·mm^2]	Scalculada [mm^2]	Scomercial [mm^2]	cdt [%]	cdt [V]	Tipus de cable	Imàx cable [A]
1	17	11,7	581,4	8,72	85	70,79	48,35	4,72	6	1,18%	6,86	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
2	17	11,7	581,4	8,72	91	70,79	48,37	5,05	6	1,26%	7,34	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
3	17	11,7	581,4	8,72	88	70,79	48,37	4,88	6	1,22%	7,09	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
4	17	11,7	581,4	8,72	94	70,79	48,35	5,22	6	1,30%	7,58	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
5	17	11,7	581,4	8,72	79	70,79	48,35	4,38	6	1,10%	6,37	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
6	17	11,7	581,4	8,72	98	70,79	48,35	5,44	6	1,36%	7,90	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
7	17	11,7	581,4	8,72	80	70,79	48,35	4,44	6	1,11%	6,45	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
8	17	11,7	581,4	8,72	83	70,79	48,35	4,61	6	1,15%	6,69	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
9	16	11,7	547,2	8,21	71	70,79	48,35	4,19	6	1,05%	5,73	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
TOTAL	**152**				**769**			**Tram més desfavorable**		**1,36%**	**7,90**		

Inversor 2

Sèrie	Nº de mòduls	Immpt [A]	Vmppt [V]	ΔV [V]	L [m]	Tcond [ºC]	γ [m/Ω·mm^2]	Scalculada [mm^2]	Scomercial [mm^2]	cdt [%]	cdt [V]	Tipus de cable	Imàx cable [A]
1	17	11,7	581,4	8,72	69	70,79	48,35	3,83	6	0,96%	5,57	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
2	17	11,7	581,4	8,72	77	70,79	48,37	4,27	6	1,07%	6,21	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
3	17	11,7	581,4	8,72	73	70,79	48,37	4,05	6	1,01%	5,89	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
4	17	11,7	581,4	8,72	88	70,79	48,35	4,88	6	1,22%	7,10	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
5	17	11,7	581,4	8,72	75	70,79	48,35	4,16	6	1,04%	6,05	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
6	17	11,7	581,4	8,72	91	70,79	48,35	5,05	6	1,26%	7,34	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
7	17	11,7	581,4	8,72	86	70,79	48,35	4,77	6	1,19%	6,94	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
8	17	11,7	581,4	8,72	87	70,79	48,35	4,83	6	1,21%	7,02	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
9	16	11,7	547,2	8,21	78	70,79	48,35	4,60	6	1,15%	6,29	Cu H1Z2Z2-K 1,5 kV	59
TOTAL	**152**				**724**			**Tram més desfavorable**		**1,26%**	**7,34**		

10.1.6 Justificació del càlculs de corrent altern (AC)

Càlcul d'intensitat admissible

Tal i com s'observa en la taula següent, s'aplica el coeficient de correcció del 125% indicat en la ITC-BT-40 del REBT.

Taula 10. Càlcul d'intensitat màxima admissible secció corrent alterna. Font: Elaboració pròpia.

Línia	Línia	Potència [W]	FP	Tensió [V]	L [m]	In [A]	Imax [A]	c1	I_B [A]	S [mm^2]
Quadre AC a Inversor 1	Trifàsica	50000	1	400	5	72,17	76	1,25	95,00	25
Quadre AC a Inversor 2	Trifàsica	50000	1	400	5	72,17	76	1,25	95,00	25
Quadre AC a Bateries	Trifàsica	16000	1	400	10	23,09	23,09	1,25	28,87	10
Quadre AC a TMF10	Trifàsica	100000	1	400	240	144,34	144,34			185

Càlcul de caiguda de tensió

Tal i com s'observa en la taula següent, no es supera el 1,5% de caiguda de tensió màxim permès.

Taula 11. Càlcul de caiguda de tensió secció corrent alterna. Font: Elaboració pròpia.

Línia	ΔV [V]	Tamb [ºC]	Tcond [ºC]	γ [$m/\Omega \cdot mm^2$]	Scalculada [mm^2]	Scomercial [mm^2]	cdt [%]	cdt [V]	Tipus de cable	I_z [A]
Quadre AC a Inversor 1	6	20	60,43	50,05	2,19	25	0,16%	0,66	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV	100
Quadre AC a Inversor 2	6	20	60,43	50,05	2,19	25	0,16%	0,66	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV	100
Quadre AC a Bateries	6	20	31,49	55,49	1,20	10	0,23%	0,90	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV	57
Quadre AC a TMF10	6	20	31,51	55,49	180,21	185	1,46%	5,84	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV	356

Càlcul de curtcircuit

A la següent taula es pot observar com l'interruptor automàtic seleccionat per cadascun dels inversors compleix el criteri especificat a la GUIA-BT 22.

Taula 12. Càlcul de curtcircuit secció de corrent alterna. Font: elaboració pròpia

Línia	TCu [ºC]	ρ [mm2Ω/m]	R [Ω]	Z [Ω]	Icc min [A]	I_N [A]	Im [A]	I_2 [A]	Comprovació
Quadre AC a Inversor 1	150	0,0172	0,007	0,007	46322	80	800	104	OK
Quadre AC a Inversor 2	150	0,0172	0,007	0,007	46322	80	800	104	OK
Quadre AC a Bateries	150	0,0172	0,034	0,034	9278	25	250	33	OK
Quadre AC a TMF10	150	0,0172	0,045	0,049	6573	160	1600	208	OK

10.1.7 Càlcul de les proteccions

Protecció contra sobreintensitats

Segons la ITC-BT-22 del REBT, les proteccions contra sobreintensitats es determinen tal com estableix la norma UNE 20460-4-43: 2003.

S'haurà de complir que:

$$I_B < I_N < I_z$$

i que:

$$I_2 < 1{,}45 \; x \; I_z$$

On:

- I_B: Corrent de línia
- I_N: Corrent nominal de l'interruptor automàtic
- I_2: Corrent convencional de funcionament de l'interruptor automàtic (corrent màxima per dispar tèrmic). En el cas que ens ocupa $1{,}3 \cdot I_n$.
- I_z: Corrent màxima admissible en el conductor (segons criteri de temperatura)

Els dispositius de protecció a utilitzar tindran una corba característica de desconnexió tipus B, utilitzats per a instal·lacions generadores.

S'instal·laran magneto tèrmics de 50A corba B per a la protecció dels inversors, i de 160A i corba B per a la protecció del quadre elèctric de corrent alterna.

Taula 13. Càlculs proteccions generals. Font: Elaboració pròpia.

Línia	TCu [ºC]	ρ [mm2Ω/m]	R [Ω]	Z [Ω]	Icc min [A]	I_N [A]	Im [A]	I_2 [A]	Comprovació 1	Comprovació 2
Quadre AC a Inversor 1	150	0,0172	0,007	0,007	46322	80	800	104	OK	OK
Quadre AC a Inversor 2	150	0,0172	0,007	0,007	46322	80	800	104	OK	OK
Quadre AC a Bateries	150	0,0172	0,034	0,034	9278	25	250	33	OK	OK
Quadre AC a TMF10	150	0,0172	0,045	0,049	6573	160	1600	208	OK	OK

En la taula adjunta es comprova que es compleixen les 2 condicions anteriors amb les proteccions seleccionades.

10.2 Càlculs estructurals

10.2.1 Descripció de la coberta

La coberta plana de l'edifici és de tipus deck amb suports metàl·lics del tipus tubular o laminat.

10.2.2 Tractaments a realitzar

No es proposa cap tractament en particular.

Durant l'execució de l'obra s'adoptaran totes les mesures i precaucions necessàries per tal de no danyar la capa d'impermeabilització existent. S'haurà de garantir la correcta execució dels treballs per tal d'evitar qualsevol dany sobre la coberta o els seus components.

10.2.3 Anàlisi estructural i de sobre càrregues

Entorn

- Alçada sobre el nivell del mar: 39 m
- Categoria del terreny: III, edificacions amb obstacles dispersos
- Zona de càrrega de vent: C (29 m/s)
- Zona de càrrega de neu: 2 (0,42 kN/m^2)

10.2.4 Càlcul estructura-suport

S'ha realitzat un càlcul de l'estructura-suport mitjançant el software del fabricant k2 systems, on s'indiquen els materials a utilitzar, la configuració i planificació del muntatge, el pes dels contrapesos, la distribució de la càrrega i la justificació dels càlculs.

Als annexos es poden observar els resultats.

El valor de càrrega màxim serà de **23 kg/m^2**.

CFG Ingeniería, ha elaborat un informe tècnic de revisió estructural per determinar el comportament de la futura instal·lació fotovoltaica a l'actual coberta de la Pista Coberta. En aquest informe, en el qual s'ha tingut en consideració el càlcul de l'estructura-suport dut a terme mitjançant el software del fabricant k2 systems, es conclou que l'estructura existent de l'edifici pot resistir l'augment de càrregues provocades per la col·locació dels mòduls fotovoltaics sempre que aquests s'instal·lin d'una manera controlada i en les dues superfícies de 12m x 34m indicades en l'informe.

El disseny de la instal·lació fotovoltaica s'ha dut a terme complint aquestes directrius.

Abans d'executar les instal·lacions, l'industrial i la direcció facultativa, verificaran que la sobrecarrega de la instal·lació fotovoltaica no afectarà a l'estabilitat estructural de l'edifici.

11 Serveis afectats

En aquest apartat s'analitzen les possibles afectacions que es poden produir durant els treballs d'instal·lació envers al funcionament diari de l'edifici. Les obres d'instal·lació es faran en tot moment sota supervisió de la direcció d'obra.

Muntatge mecànic:

Durant la instal·lació dels mòduls a la coberta s'accedirà a aquesta des de l'exterior de l'edifici a través d'una plataforma elevadora. Els components necessaris s'acumularan a l'espai existent entre el pavelló i la pista coberta i es transportaran des de l'exterior de l'edifici a través d'una grua elevadora.

No hi haurà afectacions al funcionament diari més que els sorolls que és puguin produir per efectuar els treballs d'instal·lació dels mòduls fotovoltaics o de l'estructura.

En cas que durant els treballs es malmetés alguna part de la coberta aquesta s'arreglaria o es substituiria al moment prioritzant la conservació i estanqueïtat d'aquesta. S'haurà de contemplar si s'escau, una zona en que es minimitzi les interferències del funcionament de l'edifici on ubicar temporalment la grua elevadora.

Muntatge elèctric:

Durant els treballs de cablejat entre mòduls fotovoltaics, inversors i l'equip de protecció i mesura s'instal·laran canalitzacions pròpies pels passos existents minimitzant l'afectació visual.

No hi haurà afectacions al funcionament diari més que els sorolls que és puguin produir per efectuar els treballs d'instal·lació de canalitzacions i cablejat.

Connexió a xarxa i posta en marxa:

La connexió definitiva requerirà d'una aturada temporal del subministrament de l'equipament associat en xarxa interior de l'autoconsum col·lectiu. S'estima que aquesta aturada serà d'unes 2 hores.

12 Planificació i pressupost

12.1 Planificació

Tasca / Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Fase 1. Projecte executiu i licitació																								
Projecte executiu																								
Presentació																								
Modificacions si s'escauen																								
Licitació																								
Recerca d'EPC i enviament de documentació																								
Elaboració d'ofertes EPC																								
Anàlisi d'ofertes i elecció d'EPC																								
Fase 2. Execució de la instal·lació																								
Muntatge mecànic (estructura i mòduls)																								
Muntatge elèctric (cablejat, canalitzacions, quadres, inversors i bateries)																								
Connexió a xarxa																								
Monitorització																								
Fase 3. Legalització i tràmits administratius																								
Redacció del projecte de legalització																								
Inspecció inicial																								
Inscripció i autoritzacions																								
Contracte Tècnic d'Accés																								
Inspecció equip de mesura																								
Fase 4. Posta en marxa																								
Posta en marxa																								

12.2 Pressupost

El pressupost de la instal·lació fotovoltaica s'estima en **330.515,25 € IVA inclòs**. El pressupost detallat es troba als annexos.

13 Conclusions

Amb les dades indicades en aquest Projecte i els plànols adjunts, es consideren suficientment especificades i descrites les instal·lacions, així com que les mateixes s'ajusten a la Normativa vigent, pel que, a criteri de l'Enginyer Tècnic que subscriu, les dades aportades són suficients per a la correcta execució de la instal·lació.

No obstant, queda a disposició dels Organismes competents per aportar quantes dades complementaries s'estimin necessàries per a la correcta execució.

Terrassa, juliol de 2022

Enginyer tècnic industrial
COL·LEGI D'ENGINYERS GRADUATS I ENGINYERS TÈCNICS INDUSTRIALS DE BARCELONA

Joan Mesas Pérez

Enginyer Tècnic Industrial col·legiat 25.997

14 Estudi bàsic de seguretat i salut

14.1 Consideracions preliminars: justificació, objecte i contingut

14.1.1 Justificació

L'obra projectada requereix la redacció d'un Estudi Bàsic de Seguretat i Salut, ja que es compleixen les següents condicions:

a) El pressupost d'execució inclòs en el projecte és inferior a 450.760,00 euros.

b) No es compleix que la durada estimada sigui superior a 30 dies laborables, emprant-se en algun moment a més de 20 treballadors simultàniament.

c) El volum estimat de mà d'obra, entenent-se per tal la suma dels dies de treball del total dels treballadors en l'obra, no és superior a 500 dies.

d) No es tracta d'una obra de túnels, galeries, conduccions subterrànies o preses.

14.1.2 Objecte

En el present Estudi Bàsic de Seguretat i Salut es defineixen les mesures a adoptar encaminades a la prevenció dels riscos d'accident i malalties professionals que poden ocasionar-se durant l'execució de l'obra, així com les instal·lacions preceptives d'higiene i benestar dels treballadors.

S'exposen unes directrius bàsiques d'acord amb la legislació vigent, quant a les disposicions mínimes en matèria de seguretat i salut, amb la finalitat que el contractista compleixi amb les seves obligacions quant a la prevenció de riscos professionals.

Els objectius que pretén aconseguir el present Estudi Bàsic de Seguretat i Salut són:

- Garantir la salut i integritat física dels treballadors.
- Evitar accions o situacions perilloses per improvisació, o per insuficiència o falta de mitjans.
- Delimitar i esclarir atribucions i responsabilitats en matèria de seguretat de les persones que intervenen en el procés constructiu.
- Determinar els costos de les mesures de protecció i prevenció.
- Determinar les mesures de protecció a emprar en funció del risc.
- Detectar a temps els riscos que es deriven de l'execució de l'obra.
- Aplicar tècniques d'execució que redueixin al màxim aquests riscos.

14.1.3 Contingut de l'EBSS

L'Estudi Bàsic de Seguretat i Salut precisa les normes de seguretat i salut aplicables a l'obra, contemplant la identificació dels riscos laborals que puguin ser evitats, indicant les mesures tècniques necessàries per a això, així com la relació dels riscos laborals que no puguin eliminar-se, especificant les mesures preventives i proteccions tècniques tendents a controlar i reduir aquests riscos i valorant la seva eficàcia, especialment quan es proposin mesures alternatives, a més de qualsevol altra mena d'activitat que es dugui a terme en aquesta.

En l'Estudi Bàsic de Seguretat i Salut es contemplen també les previsions i les informacions útils per a efectuar en el seu moment, en les degudes condicions de seguretat i salut, els previsibles treballs posteriors de reparació o manteniment, sempre dins del marc de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals.

14.2 Dades generals

14.2.1 Agents

Entre els agents que intervenen en matèria de seguretat i salut en l'obra objecte del present estudi, es ressenyen:

- Promotor: Ajuntament de Sant Pere de Ribes
- Autor del projecte: Joan Mesas Pérez
- Constructor: Per determinar
- Cap d'obra: Per determinar
- Coordinador de seguretat i salut: Per determinar

14.2.2 Característiques generals del Projecte d'Execució

De la informació disponible en la fase de projecte bàsic i d'execució, s'aporta aquella que es considera rellevant i que pot servir d'ajuda per a la redacció del pla de seguretat i salut.

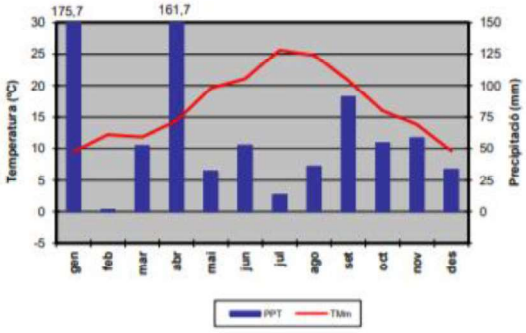
- Denominació del projecte: Projecte executiu de la instal·lació fotovoltaica per autoconsum col·lectiu del Pavelló del nucli de Ribes
- Plantes sobre rasant: 1
- Plantes sota rasant: 0
- Pressupost d'execució: 330.515,25 €
- Termini d'execució: 10 setmanes
- Núm. màx. operaris: 4

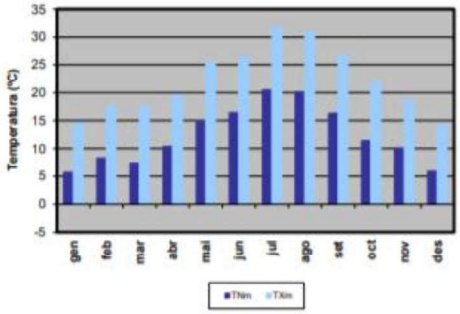
14.2.3 Emplaçament i condicions de l'entorn

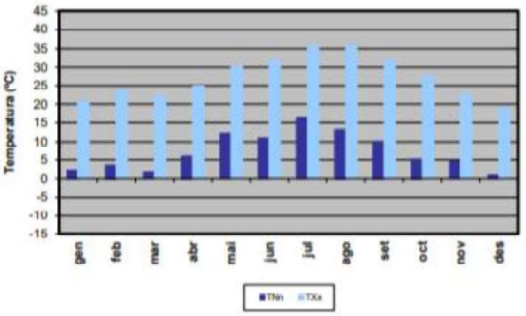
En el present apartat s'especifiquen, de forma resumida, les condicions de l'entorn a considerar per a l'adequada avaluació i delimitació dels riscos que poguessin causar.

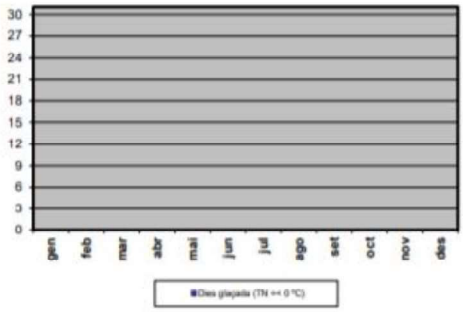
- Adreça: Carrer Cristòfol Mestres, s/n, Sant Pere de Ribes (08810).
- Accessos a l'obra: 1
- Topografia del terreny: Terreny pla urbanitzat
- Edificacions confrontants: Cap destacable
- Servituds i condicionants: Cap destacable
- Condicions climàtiques i ambientals: Veure pàgina següent amb les dades extretes del resum meteorològic del 2020 de l'estació meteorològica més propera a l'obra (Sant Pere de Ribes) proporcionat pel Servei Meteorològic de Catalunya.

SANT PERE DE RIBES - PN DEL GARRAF - UK (Garraf)









Resum any 2020	Precipitació acumulada (PPT):	761,7 mm	
	Temperatura mitjana (TMM):	16,6 °C	
	Temperatura màxima mitjana (TXM):	22,1 °C	
	Temperatura mínima mitjana (TNM):	12,3 °C	
	Temperatura màxima absoluta (TXX):	35,7 °C	(30/07/2020)
	Temperatura mínima absoluta (TNN):	0,9 °C	(27/12/2020)
	Velocitat mitjana del vent (a 2 m):	s/s	
	Direcció dominant (a 2 m):	s/s	
	Humitat relativa mitjana:	74 %	
	Mitjana de la irradiació solar global diària:	s/s	

Figura 20. Resum meteorològic de l'estació més propera a l'obra. Font: Servei Meteorològic de Catalunya.

Durant els períodes en els quals es produeixi entrada i sortida de vehicles es senyalitzarà convenientment l'accés d'aquests, prenent-se totes les mesures oportunes establertes per la Direcció General de Trànsit i per la Policia Local, per a evitar possibles accidents de circulació.

Es conservaran les voreres i el paviment de les voreres confrontants, causant la mínima deterioració possible i reposant, en qualsevol cas, aquelles unitats en les quals s'apreciï algun desperfecte.

14.2.4 Característiques generals de l'obra

Descripció de l'obra que pot influir en la previsió dels riscos laborals:

Instal·lació dels components de la instal·lació fotovoltaica (mòduls, inversors, bateries, cablejat, canalitzacions i proteccions), la instal·lació elèctrica d'interconnexió i l'estructura-suport dels mòduls.

14.3 Mitjans d'auxili

L'evacuació de ferits als centres sanitaris es durà a terme exclusivament per personal especialitzat, en ambulància. Tan sols els ferits lleus podran traslladar-se per altres mitjans, sempre amb el consentiment i sota la supervisió del responsable d'emergències de l'obra.

Es disposarà en lloc visible de l'obra un cartell amb els telèfons d'urgències i dels centres sanitaris més pròxims.

14.3.1 Mitjans d'auxili en obra

En l'obra es disposarà d'un armari farmaciola portàtil model B amb destinació a empreses de 5 a 25 treballadors, en un lloc accessible als operaris i degudament equipat.

El seu contingut mínim serà:

- Desinfectants i antisèptics autoritzats
- Gases estèrils
- Cotó hidròfil
- Benes
- Esparadrap
- Apòsits adhesius
- Tisores
- Pinces i guants d'un sol ús

El responsable d'emergències revisarà periòdicament el material de primers auxilis, reposant els elements utilitzats i substituint els productes caducats.

14.3.2 Mitjans d'auxili en cas d'accident: centres assistencials més pròxims

S'aporta la informació dels centres sanitaris més pròxims a l'obra, que pot ser de gran utilitat si s'arribés a produir un accident laboral.

1. HOSPITAL SANT CAMIL

- Distància: 2,4 km
- Adreça: Rda. de Sant Camil, s/n, 4, 08810 Sant Pere de Ribes, Barcelona
- Telèfon: +34 93 896 00 25

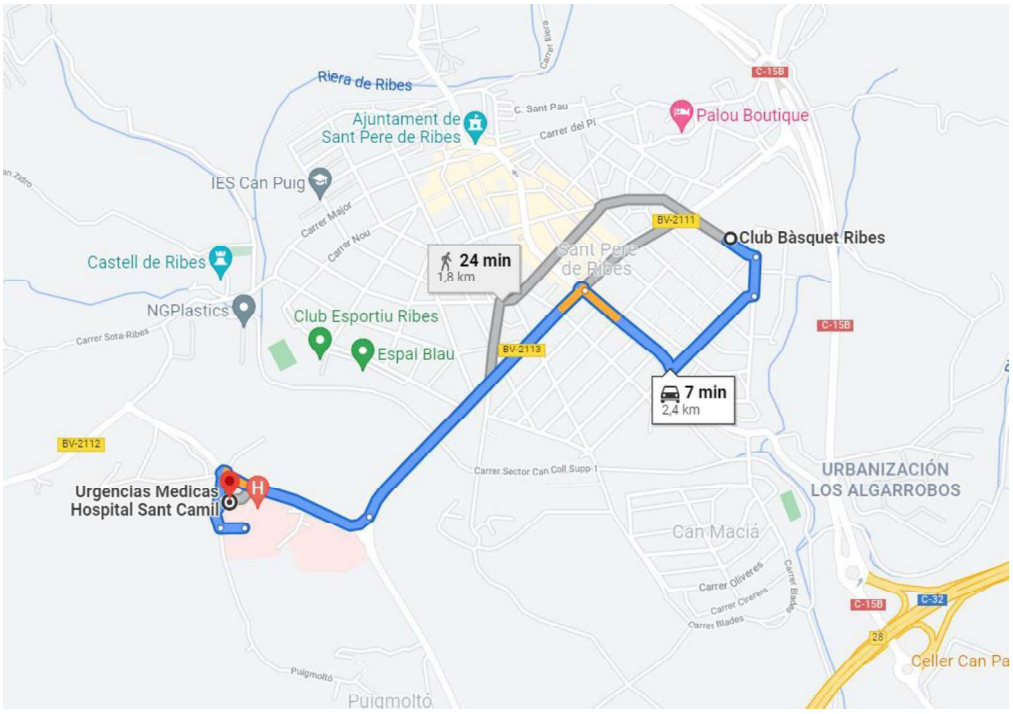


Figura 21. Recorregut fins a l'Hospital Sant Camil. Font: Google Maps.

2. CAP SANT PERE DE RIBES

- Distància: 0,85 km
- Adreça: Passeig de Circumval·lació, 86, 08810 Sant Pere de Ribes, Barcelona
- Telèfon: +34 93 896 26 86

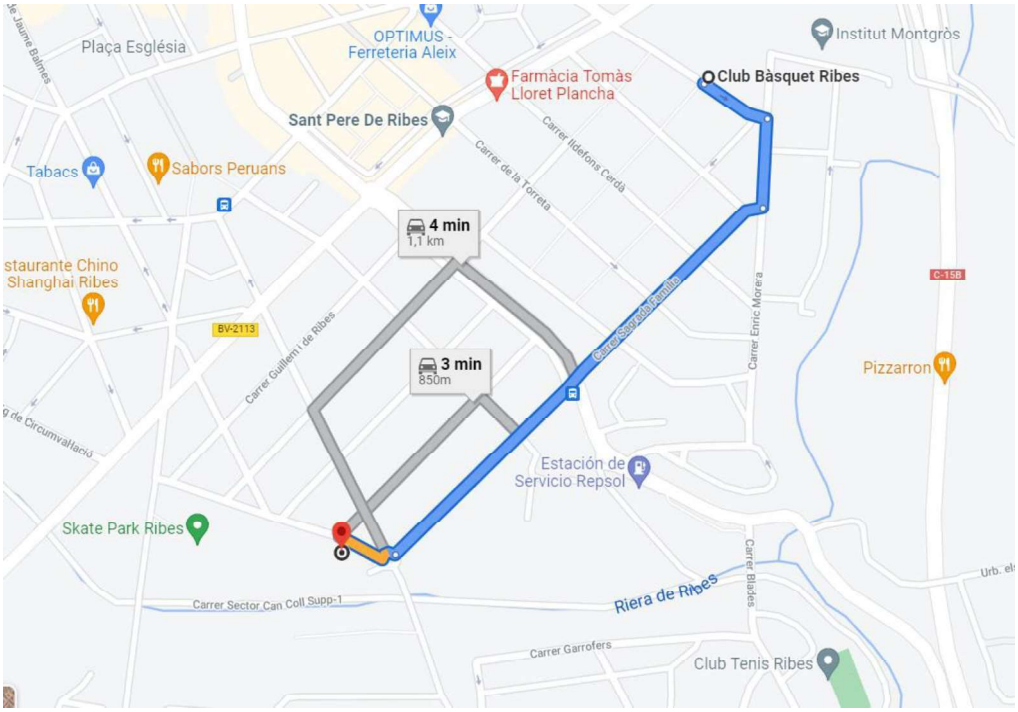


Figura 22. Recorregut fins al CAP de Sant Pere de RIbes. Font: Google Maps.

La distància al centre assistencial més pròxim s'estima en 3 minuts, en condicions normals de trànsit.

14.4 Instal·lacions d'higiene i benestar dels treballadors

Els serveis higiènics de l'obra compliran les "Disposicions mínimes generals relatives als llocs de treball en les obres" contingudes en la legislació vigent en la matèria.

Donades les característiques i el volum de l'obra, no s'ha previst la col·locació d'instal·lacions provisionals tipus caseta prefabricada per als vestidors i lavabos.

14.5 Identificació de riscos i mesures preventives a adoptar

A continuació s'exposa la relació dels riscos més freqüents que poden sorgir durant les diferents fases de l'obra, amb les mesures preventives i de protecció col·lectiva a adoptar amb la finalitat d'eliminar o reduir al màxim aquests riscos, així com els equips de protecció individual (EPI) imprescindibles per a millorar les condicions de seguretat i salut en l'obra.

Riscos generals més freqüents:

- Caiguda d'objectes i/o materials al mateix o a diferent nivell.
- Despreniment de càrregues suspeses.
- Exposició a temperatures ambientals extremes.
- Exposició a vibracions i soroll.
- Talls i cops al cap i extremitats.
- Talls i ferides amb objectes punxants.
- Sobreesforços, moviments repetitius o postures inadequades.
- Electrocucions per contacte directe o indirecte.
- Dermatosis per contacte amb guixos, escaiola, ciment, pintures, coles, etc.
- Intoxicació per inhalació de fums i gasos.

Mesures preventives i proteccions col·lectives de caràcter general:

- La zona de treball romandrà ordenada, lliure d'obstacles, neta i ben il·luminada.
- Es col·locaran cartells indicatius de les mesures de seguretat en llocs visibles de l'obra.
- Es prohibirà l'entrada a tota persona aliena a l'obra.
- Els recursos preventius de l'obra tindran presència permanent en aquells treballs que comportin majors riscos.
- Les operacions que comportin riscos especials es realitzaran sota la supervisió d'una persona qualificada, degudament instruïda.
- Es suspendran els treballs en cas de tempesta i quan plogui amb intensitat o la velocitat del vent sigui superior a 50 km/h.
- Quan les temperatures siguin extremes, s'evitarà, en la mesura que sigui possible, treballar durant les hores de major insolació.
- La càrrega i descàrrega de materials es realitzarà amb precaució i cautela, preferentment per mitjans mecànics, evitant moviments bruscos que provoquin la seva caiguda.
- La manipulació dels elements pesants es realitzarà per personal qualificat, utilitzant mitjans mecànics o palanques, per a evitar sobreesforços innecessaris.
- Davant l'existència de línies elèctriques aèries, es guardaran les distàncies mínimes preventives, en funció de la seva intensitat i voltatge.
- No es farà cap treball dins del radi d'acció de les màquines o vehicles.
- Els operaris no desenvoluparan treballs, ni romandran, sota càrregues suspeses.
- S'evitaran o reduiran al màxim els treballs en alçada.
- S'utilitzaran escales normalitzades, subjectes fermament, per al descens i ascens a les zones excavades.

- Els buits horitzontals i les vores dels forjats es protegiran mitjançant la col·locació de baranes o xarxes homologades.
- Dins del recinte de l'obra, els vehicles i màquines circularan a una velocitat reduïda, inferior a 20 km/h.

Equips de protecció individual (EPI) a utilitzar en les diferents fases d'execució de l'obra:

- Casc de seguretat homologat.
- Casc de seguretat amb barballera.
- Cinturó de seguretat amb dispositiu anta caiguda.
- Cinturó portaeines.
- Guants de goma.
- Guants de cuir.
- Guants aïllants.
- Calçat amb capdavantera reforçada.
- Calçat de seguretat amb sola aïllant i contraclaus.
- Botes de canya alta de goma.
- Màscara amb filtre mecànic per al tall de maons amb serra.
- Roba de treball impermeable.
- Faixa antilumbàlgia.
- Ulleres de seguretat contra impactes.
- Protectors auditius.

14.5.1 Durant els treballs previs a l'execució de l'obra

S'exposa la relació dels riscos més freqüents que poden sorgir en els treballs previs a l'execució de l'obra, amb les mesures preventives, proteccions col·lectives i equips de protecció individual (EPI), específics per a aquests treballs.

Instal·lació elèctrica provisional

Riscos més freqüents:

- Electrocucions per contacte directe o indirecte.
- Talls i ferides amb objectes punxants.
- Projecció de partícules en els ulls.
- Incendis

Mesures preventives i proteccions col·lectives:

- Prevenció de possibles contactes elèctrics indirectes, mitjançant el sistema de protecció de posada a terra i dispositius de tall (interruptors diferencials).

- Es respectarà una distància mínima a les línies d'alta tensió de 6 m per a les línies aèries i de 2 m per a les línies enterrades.
- Es comprovarà que el traçat de la línia elèctrica no coincideix amb el del subministrament d'aigua.
- Es situaran els quadres elèctrics en llocs accessibles, dins de caixes prefabricades homologades, amb la seva presa de terra independent, protegides de la intempèrie i proveïdes de porta, clau i visera.
- S'utilitzaran només conduccions elèctriques antihumitat i connexions estanques.
- En cas de col·locar línies elèctriques sobre zones de pas, es situaran a una alçada mínima de 2,2 m si s'ha disposat algun element per a impedir el pas de vehicles i de 5,0 m en cas contrari.
- Els cables enterrats estaran perfectament senyalitzats i protegits amb tubs rígids, a una profunditat superior a 0,4 m.
- Les preses de corrent es realitzaran a través de clavilles blindades normalitzades.
- Queden terminantment prohibides les connexions triples (lladres) i l'ús de fusibles casolans, emprant-se una presa de corrent independent per a cada aparell o eina.

Equips de protecció individual (EPI):

- Calçat aïllant per a electricistes.
- Guants dielèctrics.
- Banquetes aïllants de l'electricitat.
- Comprovadors de tensió.
- Eines aïllants.
- Roba de treball impermeable.
- Roba de treball reflectora.

Vallat d'obra

Riscos més freqüents:

- Talls i ferides amb objectes punxants.
- Projecció de fragments o de partícules.
- Exposició a temperatures ambientals extremes.
- Exposició a vibracions i soroll.
- Mesures preventives i proteccions col·lectives:
- Es prohibirà l'aparcament en la zona destinada a l'entrada de vehicles a l'obra.
- Es retiraran els claus i tot el material punxant resultant del tancament.
- Es localitzaran les conduccions que puguin existir en la zona de treball, prèviament a l'excavació

Equips de protecció individual (EPI):

- Calçat amb capdavantera reforçada.
- Guants de cuir.
- Roba de treball reflector.
- Durant les fases d'execució de l'obra

Estructura

Riscos més freqüents:

- Despreniments dels materials per apilat incorrecte.
- Talls en utilitzar la serra circular de taula o les serres de mà.
- Mesures preventives i proteccions col·lectives:
- Es protegirà la via pública amb una visera de protecció formada per mènsula i empostissat
- Els buits horitzontals i les vores dels forjats es protegiran mitjançant la col·locació de baranes o xarxes homologades.

Equips de protecció individual (EPI):

- Cinturó de seguretat amb dispositiu anticaiguda.
- Guants homologats per al treball amb formigó.
- Guants de cuir per a la manipulació de les estructures.
- Botes de seguretat amb plantilles d'acer i antilliscants.

Cobertes

Riscos més freqüents:

- Caiguda per les vores de coberta o lliscament pels faldons.

Mesures preventives i proteccions col·lectives:

- L'apilament dels materials de coberta es realitzarà en zones allunyades de les vores o ràfecs, i fora de les zones de circulació, preferentment sobre bigues o suports.
- L'accés a la coberta es realitzarà mitjançant escales de mà homologades, situades en buits protegits i recolzades sobre superfícies horitzontals, sobrepassant 1,0 m l'alçada de desembarqui.
- S'instal·laran ancoratges en el carener per a amarrar els cables i/o els cinturons de seguretat.

Equips de protecció individual (EPI):

- Calçat amb sola antilliscant.
- Roba de treball impermeable.
- Cinturó de seguretat amb dispositiu anti-caiguda.

Instal·lacions en general

Riscos més freqüents:

- Electrocucions per contacte directe o indirecte.
- Cremades produïdes per descàrregues elèctriques.
- Intoxicació per vapors procedents de la soldadura.
- Incendis i explosions.

Mesures preventives i proteccions col·lectives:

- El personal encarregat de fer treballs en instal·lacions estarà format i ensinistrat en l'ús del material de seguretat i dels equips i eines específiques per a cada tasca.
- S'utilitzaran només llums portàtils homologats, amb mànega antihumitat i clavilla de connexió normalitzada, alimentades a 24 volts.
- S'utilitzaran eines portàtils amb doble aïllament.
- Equips de protecció individual (EPI):
- Guants aïllants en proves de tensió.
- Calçat amb sola aïllant davant contactes elèctrics.
- Banquetes aïllants de l'electricitat.
- Comprovadors de tensió.
- Eines aïllants.

14.5.2 Durant la utilització de mitjans auxiliars

La prevenció dels riscos derivats de la utilització dels mitjans auxiliars de l'obra es realitzarà atenent la legislació vigent en la matèria.

En cap cas s'admetrà la utilització de bastides o escales de mà que no estiguin normalitzats i compleixin amb la normativa vigent.

En el cas de les plataformes de descàrrega de materials, només s'utilitzaran models normalitzats, disposant de baranes homologades i enganxaments per a cinturó de seguretat, entre altres elements.

Relació de mitjans auxiliars previstos a l'obra amb les seves respectives mesures preventives i proteccions col·lectives:

Escala de mà

- Es revisarà periòdicament l'estat de conservació de les escales.
- Han de disposar de sabates antilliscants o elements de fixació a la part superior o inferior dels travessers.
- Es transportaran amb l'extrem davanter elevat, per evitar cops a altres objectes o persones.

- Es donarà suport sobre superfícies horitzontals, el més pla possible, perquè siguin estables i immòbils, quedant prohibit l'ús com a falca de runa, maons, revoltons o elements similars.
- Els travessers quedaran en posició horitzontal i la inclinació de l'escala serà inferior al 75% respecte a el pla horitzontal.
- L'extrem superior de l'escala sobresortirà 1,0 m de l'alçada de desembarcament, mesurat en la direcció vertical.
- L'operari realitzarà l'ascens i descens per l'escala en posició frontal (mirant els esglaons), subjectant fermament amb les dues mans en els esglaons, no en els travessers.
- S'evitarà l'ascens o descens simultani de dues o més persones.
- Quan es requereixi treballar sobre l'escala en alçades superiors a 3,5 m, s'utilitzarà sempre el cinturó de seguretat amb dispositiu anticaiguda.

Plataforma de descàrrega

- S'utilitzaran plataformes homologades, no admetent la seva construcció "in situ".
- Les característiques resistents de la plataforma han de ser adequades a les càrregues a suportar, disposant un cartell indicatiu de la càrrega màxima de la plataforma.
- Disposarà d'un mecanisme de protecció frontal quan no estigui en ús, perquè quedi perfectament protegit el front de descàrrega.
- La superfície de la plataforma serà de material antilliscant.
- Es conservarà en perfecte estat de manteniment, realitzant inspeccions a la fase d'instal·lació i cada 6 mesos.

Plataforma motoritzada

- Els elements que denotin alguna fallada tècnica o mal comportament es desmuntaran de forma immediata per a la seva reparació o substitució.
- S'abalisarà la zona situada sota la bastida de cremallera per evitar l'accés a la zona de risc.
- Es compliran les indicacions del fabricant pel que fa a la càrrega màxima.
- No es permetran construccions auxiliars realitzades in situ per arribar a zones allunyades.

14.5.3 Durant la utilització de maquinària i eines

Les mesures preventives a adoptar i les proteccions a emprar per al control i la reducció de riscos deguts a la utilització de maquinària i eines durant l'execució de l'obra es desenvoluparan en el corresponent Pla de Seguretat i Salut, d'acord amb els següents criteris:

a) Totes les màquines i eines que s'utilitzin en l'obra disposaran del seu corresponent manual d'instruccions, en el qual estaran especificats clarament tant els riscos que comporten per als treballadors com els procediments per a la seva utilització amb la deguda seguretat.

b) No s'acceptarà la utilització de cap màquina, mecanisme o artifici mecànic sense reglamentació específica.

Relació de màquines i eines que està previst utilitzar en l'obra, amb els seus corresponents mesures preventives i proteccions col·lectives:

Pala carregadora

- Per realitzar les tasques de manteniment, es donarà suport a la cullera a terra, es pararà el motor, es connectarà el fre d'estacionament.
- Queda prohibit l'ús de la cullera com a grua o mitjà de transport.
- L'extracció de terres s'ha de fer en posició frontal al pendent
- El transport de terres es realitzarà amb la cullera en la posició més baixa possible, per garantir l'estabilitat de la pala.

Retroexcavadora

- Per realitzar les tasques de manteniment, es donarà suport a la cullera a terra, es pararà el motor, es connectarà el fre d'estacionament i es bloquejarà la màquina.
- Queda prohibit l'ús de la cullera com a grua o mitjà de transport.
- Els desplaçaments de la retroexcavadora es realitzaran amb la cullera recolzada sobre la màquina en el sentit de la marxa.
- Els canvis de posició de la cullera en superfícies inclinades es realitzaran per la zona de major alçada.
- Es prohibirà la realització de treballs dins el radi d'acció de la màquina.

Camió de caixa basculant

- Les maniobres del camió seran dirigides per un senyalista de trànsit.
- Es comprovarà que el fre de mà està activat abans de la posada en marxa del motor, a l'abandonar el vehicle i durant les operacions de càrrega i descàrrega.
- No es circularà amb la caixa aixecada després de la descàrrega.

Camió per a transport

- Les maniobres del camió seran dirigides per un senyalista de trànsit.
- Les càrregues es repartiran uniformement a la caixa, evitant aplecs amb pendents superiors a el 5% i protegint els materials solts amb una lona.

- Abans de procedir a les operacions de càrrega i descàrrega, es col·locarà el fre en posició de frenada i, en cas d'estar situat en pendent, falques d'immobilització sota les rodes.
- En les operacions de càrrega i descàrrega s'evitaran moviments bruscs que provoquin la pèrdua d'estabilitat, romanent sempre el conductor fora de la cabina.

Formigonera

- Les operacions de manteniment seran realitzades per personal especialitzat, prèvia desconnexió de l'energia elèctrica.
- La formigonera tindrà un grau de protecció IP-55.
- El seu ús estarà restringit només a persones autoritzades.
- Disposarà de fre de basculament del bombo.
- Els conductes d'alimentació elèctrica de la formigonera estaran connectats a terra, associats a un disjuntor diferencial.
- Les parts mòbils de l'aparell han de romandre sempre protegides mitjançant carcasses connectades a terra.
- No s'ubicaran a distàncies inferiors a tres metres de les vores d'excavació i / o de les vores dels forjats.

Martell picador

- Les mànegues d'aire comprimit han d'estar situades de manera que no dificultin ni el treball dels operaris ni el pas de el personal.
- No es realitzaran ni esforços de palanca ni operacions similars amb el martell en marxa.
- Es verificarà el perfecte estat dels acoblaments de les mànegues.
- Es tancarà el pas de l'aire abans de desarmar un martell.

Serra circular de taula

- S'utilitzarà exclusivament per la persona degudament autoritzada.
- El treballador que utilitzi la serra circular estarà degudament format en el seu ús i maneig, coneixerà el contingut del manual d'instruccions, les correctes mesures preventives a adoptar i l'ús dels EPI necessaris.
- Les serres circulars s'ubicaran en un lloc apropiat, sobre superfícies fermes i seques, a distàncies superiors a tres metres de la vora dels forjats, llevat que aquests estiguin degudament protegits per xarxes, baranes o petos de rematada.
- En els casos en què se superin els valors d'exposició a soroll que indica l'article 51 de Reial Decret 286/06 de protecció dels treballadors davant el soroll, s'establiran les accions correctives oportunes, com ara l'ús de protectors auditius.

- La serra estarà totalment protegida per la part inferior de la taula, de manera que no es pugui accedir a el disc.
- La part superior de la serra disposarà d'una carcassa metàl·lica que impedeixi l'accés a el disc de serra, excepte pel punt d'introducció de l'element a tallar, i la projecció de partícules.
- S'utilitzarà sempre un empenyedor per guiar l'element a tallar, de manera que en cap cas la mà quedi exposada a el disc de la serra.
- La instal·lació elèctrica de la màquina estarà sempre en perfecte estat i condicions, comprovant-periòdicament el cablejat, les clavilles i la presa de terra.
- Les peces a serrar no contindran claus ni altres elements metàl·lics.
- L'operari es col·locarà a sotavent del disc, evitant la inhalació de pols.

Equip de soldadura

- No hi haurà materials inflamables ni explosius a menys de 10 metres de la zona de treball de soldadura.
- Abans de soldar s'eliminaran les pintures i recobriments de el suport.
- Durant els treballs de soldadura es disposarà sempre d'un extintor de pols química en perfecte estat i condicions d'ús, en un lloc proper i accessible.
- En els locals tancats en els quals no es pugui garantir una correcta renovació d'aire s'instal·laran extractors, preferentment sistemes d'aspiració localitzada.
- Es paralitzaran els treballs de soldadura en alçada davant la presència de persones sota l'àrea de treball.
- Tant els soldadors com els treballadors que es trobin en els voltants disposaran de protecció visual adequada, no romanent en cap cas amb els ulls al descobert.

Eines manuals diverses

- L'alimentació de les eines es realitzarà a 24 V quan es treballi en ambients humits o les eines no disposin de doble aïllament.
- L'accés a les eines i el seu ús estarà permès únicament a les persones autoritzades.
- No es retiraran de les eines les proteccions dissenyades pel fabricant.
- Es prohibirà, durant el treball amb eines, l'ús de polseres, rellotges, cadenes i elements similars.
- Les eines elèctriques disposaran de doble aïllament o estaran connectades a terra.
- En les eines de tall es protegirà el disc amb una carcassa antiprojecció.
- Les connexions elèctriques mitjançant regletes es protegiran amb carcasses anticontactes elèctrics.
- Les eines es mantindran en perfecte estat d'ús, amb els mànecs sense esquerdes i nets de residus, mantenint el seu caràcter aïllant per als treballs elèctrics.

- Les eines elèctriques estaran apagades mentre no s'estiguin utilitzant i no es podran fer servir amb les mans o els peus mullats.
- En els casos en què se superin els valors d'exposició a soroll que estableix la legislació vigent en matèria de protecció dels treballadors davant el soroll, s'establiran les accions correctives oportunes, com ara l'ús de protectors auditius.

14.6 Identificació dels riscos laborals evitables

En aquest apartat es ressenya la relació de les mesures preventives a adoptar per evitar o reduir l'efecte dels riscos més freqüents durant l'execució de l'obra.

14.6.1 Caigudes a mateix nivell

- La zona de treball romandrà ordenada, lliure d'obstacles, neta i ben il·luminada.
- S'habilitaran i s'abalisaran les zones de recollida de materials.

14.6.2 Caigudes a diferent nivell

- Es disposaran escales d'accés per salvar els desnivells.
- Els buits horitzontals i les vores dels forjats es protegiran mitjançant baranes i xarxes homologades.
- Es mantindran en bon estat les proteccions dels buits i dels desnivells.
- Les escales d'accés quedaran fermament subjectes i ben amarrades.

14.6.3 Pols i partícules

- Es regarà periòdicament la zona de treball per evitar la pols.
- Es faran servir ulleres de protecció i mascaretes antipols en aquells treballs en què es generi pols o partícules.

14.6.4 Soroll

- S'avaluaran els nivells de soroll a les zones de treball.
- Les màquines han de tenir aïllament acústic.
- Es disposaran els mitjans necessaris per eliminar o esmorteir els sorolls.

14.6.5 Esforços

- S'evitarà el desplaçament manual de les càrregues pesades.
- Es limitarà el pes de les càrregues en cas de desplaçament manual.
- S'evitaran els sobreesforços o els esforços repetitius.
- S'evitaran les postures inadequades o forçades en l'aixecament o desplaçament de càrregues.

14.6.6 Incendis

- No es fumarà en presència de materials fungibles ni en cas d'existir risc d'incendi.

14.6.7 Intoxicació per emanacions

- Els locals i les zones de treball han de disposar de ventilació suficient.
- S'utilitzaran màscares i filtres apropiats.

14.7 Relació dels riscos laborals que no poden eliminar-se

Els riscos que difícilment poden eliminar són els que es produeixen per causes inesperades (com caigudes d'objectes i despreniments, entre d'altres). No obstant això, poden reduir-se amb l'adequat ús de les proteccions individuals i col·lectives, així com amb l'estricte compliment de la normativa en matèria de seguretat i salut, i de les normes de la bona construcció.

14.7.1 Caiguda d'objectes

Mesures preventives i proteccions col·lectives:

- Es muntaran marquesines en els accessos.
- La zona de treball romandrà ordenada, lliure d'obstacles, neta i ben il·luminada.
- S'evitarà l'amuntegament de materials o objectes sobre les bastides.
- No es llançaran enderrocs ni restes de materials des de les bastides.

Equips de protecció individual (EPI):

- Casc de seguretat homologat.
- Guants i botes de seguretat.
- Ús de cinturó portaeines.

14.7.2 Dermatosis

Mesures preventives i proteccions col·lectives:

- S'evitarà la generació de pols de ciment.

Equips de protecció individual (EPI):

- Guants i roba de treball adequada.

14.7.3 Electrocucions

Mesures preventives i proteccions col·lectives:

- Es revisarà periòdicament la instal·lació elèctrica.

- La línia elèctrica quedarà fixada als paraments verticals.
- Els allargadors portàtils tindran mànec aïllant.
- La maquinària portàtil disposarà de protecció amb doble aïllament.
- Tota la maquinària elèctrica estarà proveïda de connexió a terra.

Equips de protecció individual (EPI):

- Guants dielèctrics.
- Calçat aïllant per electricistes
- Banquetes aïllants de l'electricitat.

14.7.4 Cremades

Mesures preventives i proteccions col·lectives:

- La zona de treball romandrà ordenada, lliure d'obstacles, neta i ben il·luminada.

Equips de protecció individual (EPI):

- Guants, polaines i davantals de cuir.

14.7.5 Cops i talls en extremitats

Mesures preventives i proteccions col·lectives:

- La zona de treball romandrà ordenada, lliure d'obstacles, neta i ben il·luminada.

Equips de protecció individual (EPI):

- Guants i botes de seguretat.

14.8 Condicions de seguretat i salut, en treballs posteriors de reparació i manteniment

En aquest apartat s'aporta la informació útil per a realitzar, en les degudes condicions de seguretat i salut, els futurs treballs de conservació, reparació i manteniment de la instal·lació que comporten més riscos.

14.8.1 Treballs en cobertes

Per als treballs en tancaments, ràfecs de coberta, revestiments de paraments exteriors o qualsevol altre que s'efectuï amb risc de caiguda en alçada, s'han d'utilitzar bastides que compleixin les condicions especificades en el present Estudi Bàsic de Seguretat i Salut.

Durant els treballs que puguin afectar la via pública, es col·locarà una visera de protecció a l'alçada de la primera planta, per protegir els transeünts i als vehicles de les possibles caigudes d'objectes.

14.8.2 Treballs en instal·lacions

Els treballs corresponents a les instal·lacions elèctriques, hauran de realitzar-se per personal qualificat, complint les especificacions establertes en el seu corresponent Pla de Seguretat i Salut, així com en la normativa vigent en cada matèria.

14.9 Treballs que impliquen riscos especials

En l'obra objecte de present Estudi Bàsic de Seguretat i Salut concorren els riscos especials que solen presentar-se en la demolició de l'estructura, tancaments i cobertes i en el propi muntatge de les mesures de seguretat i de protecció. Cal destacar:

- Instal·lació de línia de vida.
- Disposició de plataformes elevadores.

14.10 Mesures en cas d'emergència

El contractista haurà de reflectir en el corresponent pla de seguretat i salut les possibles situacions d'emergència, establint les mesures oportunes en cas de primers auxilis i designant per a això a personal amb formació, que es farà càrrec d'aquestes mesures.

Els treballadors responsables de les mesures d'emergència tenen dret a la paralització de la seva activitat, havent d'estar garantida l'adequada administració dels primers auxilis i, quan la situació ho requereixi, el ràpid trasllat de l'operari a un centre d'assistència mèdica.

14.11 Presència dels recursos preventius del contractista

Donades les característiques de l'obra i els riscos previstos en el present Estudi Bàsic de Seguretat i Salut, cada contractista haurà d'assignar la presència dels seus recursos preventius en l'obra, segons s'estableix en la legislació vigent en la matèria.

A aquests efectes, el contractista haurà de concretar els recursos preventius assignats a l'obra amb capacitació suficient, que hauran de disposar dels mitjans necessaris per vigilar el compliment de les mesures incloses en el corresponent pla de seguretat i salut.

Aquesta vigilància inclourà la comprovació de l'eficàcia de les activitats preventives previstes en aquest Pla, així com l'adequació d'aquestes activitats als riscos que es pretén prevenir o a l'aparició de riscos no previstos i derivats de la situació que determina la necessitat de la presència dels recursos preventius.

Si, com a resultat de la vigilància, s'observa un deficient compliment de les activitats preventives, les persones que tinguin assignada la presència faran les indicacions

necessàries per al correcte i immediat compliment de les activitats preventives, havent de posar tals circumstàncies en coneixement de l'empresari perquè aquest adopti les mesures oportunes per corregir les deficiències observades.

14.12 Directrius de bones pràctiques en les obres de construcció. Mesures per a la prevenció de contagis del SARS-CoV-2 (Actualització 30 de juny 2020)

S'adjunta annex, on es recull una selecció de recomanacions i mesures de contenció adequades per garantir la protecció de la salut dels treballadors davant l'exposició al coronavirus SARS-CoV-2 en les obres de construcció.

14.13 Normativa i legislació aplicable

Seguretat i salut

Llei de Prevenció de Riscos Laborals. Llei 31/1995, de 8 de novembre, de la Prefectura de l'Estat. B.O.E .: 10 novembre 1995.

Reglament dels serveis de prevenció. Reial Decret 39/1997, de 17 de gener, del Ministeri de Treball i Afers Socials. B.O.E .: 31 gener 1997.

Seguretat i Salut en els llocs de treball

Reial Decret 486/1997, de 14 d'abril, del Ministeri de Treball i Afers Socials. B.O.E .: 23 abril 1997.

Manipulació de càrregues

Reial Decret 487/1997, de 14 d'abril, del Ministeri de Treball i Afers Socials. B.O.E .: 23 abril 1997.

Protecció dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a agents cancerígens durant el treball

Reial Decret 665/1997, de 12 de maig, del Ministeri de la Presidència. B.O.E .: 24 maig 1997.

Utilització d'equips de treball

Reial Decret 1215/1997, de 18 de juliol, del Ministeri de Treball i Afers Socials. B.O.E .: 7 agost 1997.

Disposicions mínimes de seguretat i de salut en les obres de construcció

Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, del Ministeri de la Presidència. B.O.E .: 25 octubre 1997.

Sistemes de protecció col·lectiva

Reial Decret pel qual s'estableixen els requisits essencials de seguretat per a la comercialització dels equips a pressió. Reial Decret 709/2015, de 24 de juliol, del Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme. B.O.E .: 2 setembre 2015.

Reglament d'equips a pressió i les seves instruccions tècniques complementàries. Reial Decret 2060/2008, de 12 de desembre, del Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç. B.O.E .: 5 febrer 2009.

Senyalització de seguretat i salut en el treball

Reial Decret 485/1997, de 14 d'abril, del Ministeri de Treball i Afers Socials. B.O.E .: 23 abr 1997.

Equips de protecció individual

Reial Decret pel qual es regulen les condicions per a la comercialització i lliure circulació intracomunitària dels equips de protecció individual.

Reial Decret 1407/1992, de 20 de novembre, de el Ministeri de Relacions amb les Corts i de la Secretaria de Govern. B.O.E .: 28 desembre 1992.

Utilització d'equips de protecció individual

Reial Decret 773/1997, de 30 de maig, del Ministeri de Treball i Afers Socials. B.O.E .: 12 jun 1997.

Medicina preventiva i primers auxilis

Material mèdic

Ordre per la qual s'estableix el subministrament a les empreses de farmacioles amb material de primers auxilis en cas d'accident de treball, com a part de l'acció protectora de el sistema de la Seguretat Social.

Ordre TAS / 2947/2007, de 8 d'octubre, del Ministeri de Treball i Afers Socials. B.O.E .: 11 octubre 2007.

Instal·lacions provisionals d'higiene i benestar

DB-HS Salubritat

Codi Tècnic de l'Edificació (CTE). Document Bàsic HS. Reial Decret 314/2006, de 17 de març, del Ministeri d'Habitatge. B.O.E .: 28 mar 2006.

Criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà

Reial Decret 140/2003, de 7 de febrer, del Ministeri de la Presidència. B.O.E .: 21 febrer 2003.

Criteris higienicosanitaris per a la prevenció i control de la legionel·losi

Reial Decret 865/2003, de 4 de juliol, del Ministeri de Sanitat i Consum. B.O.E .: 18 juliol 2003.

Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i Instruccions Complementàries (ITC) BT 01 a BT 52

Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, del Ministeri de Ciència i Tecnologia. B.O.E .: Suplement nº 224, de 18 de setembre de 2002.

Reglament regulador de les infraestructures comunes de telecomunicacions per a l'accés als serveis de telecomunicació a l'interior de les edificacions

Reial Decret 346/2011, d'11 de març, del Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç. B.O.E .: 1 abril 2011.

Senyalització provisional d'obres

Abalisament

Instrucció 8.3-IC. Senyalització d'obres Ordre de 31 d'agost de 1987, del Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme. B.O.E .: 18 setembre 1987

Senyalització de seguretat i salut en el treball

Reial Decret 485/1997, de 14 d'abril, del Ministeri de Treball i Afers Socials. B.O.E .: 23 abr 1997.

Senyalització horitzontal

Instrucció 8.3-IC Senyalització d'obres. Ordre de 31 d'agost de 1987, del Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme. B.O.E .: 18 setembre 1987.

Senyalització vertical

Instrucció 8.3-IC Senyalització d'obres. Ordre de 31 d'agost de 1987, del Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme. B.O.E .: 18 setembre 1987.

Senyalització manual

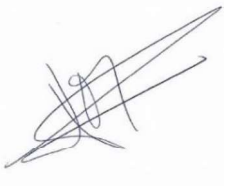
Instrucció 8.3-IC Senyalització d'obres. Ordre de 31 d'agost de 1987, del Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme. B.O.E .: 18 setembre 1987.

Senyalització de seguretat i salut

Senyalització de seguretat i salut en el treball. Reial Decret 485/1997, de 14 d'abril, del Ministeri de Treball i Afers Socials. B.O.E .: 23 abr 1997.

Terrassa, juliol de 2022

Enginyer tècnic industrial
COL·LEGI D'ENGINYERS GRADUATS I ENGINYERS TÈCNICS INDUSTRIALS DE BARCELONA



Joan Mesas Pérez

Enginyer Tècnic Industrial col·legiat 25.997

15 Plec de condicions

15.1 Instal·lacions referides al plec

És objecte del present Plec de condicions, de tots els treballs amb inclusió de materials i mitjans auxiliars que siguin necessaris per portar a terme, la instal·lació Projectada, que es detalla en els plànols i altra documentació del Projecte, així com totes aquelles altres que pel caràcter de reforma, sorgeixin durant el transcurs de les mateixes, i aquelles que al moment de la redacció del Projecte s'haguessin pogut ometre i siguin necessàries per a la completa finalització de les instal·lacions a les quals es refereix el Projecte.

Si el Projecte de la instal·lació conté les dades dimensionals necessàries i aquestes no són executades en la construcció del propi edifici, l'Enginyer Tècnic Industrial autor d'aquest Projecte quedarà eximit de totes responsabilitats pels efectes que puguin implicar-se.

15.2 Disseny

15.2.1 Disseny del generador fotovoltaic

El mòdul fotovoltaic seleccionat complirà les especificacions del projecte. Tots els mòduls que integrin la instal·lació seran del mateix model, o en el cas de models diferents, el disseny ha de garantir totalment la compatibilitat entre ells i l'absència d'efectes negatius en la instal·lació per aquesta causa.

En aquells casos excepcionals en què s'utilitzin mòduls no homologats, s'ha de justificar degudament i aportar documentació sobre les proves i assaigs als quals han estat sotmesos. En qualsevol cas, han de complir-les normes vigents d'obligat compliment.

L'orientació i inclinació del generador fotovoltaic i les possibles ombres sobre el mateix seran tals que les pèrdues siguin inferiors als límits de la taula següent:

Taula 14. Pèrdues per ombres i orientació i inclinació màximes. Font: Plec de Condicions IDAE.

	Orientación e inclinación (OI)	*Sombras* (S)	*Total* (OI+S)
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Es consideraran tres casos: general, superposició de mòduls i integració arquitectònica. En tots els casos han de complir-se tres condicions: pèrdues per orientació i inclinació, pèrdues per ombrejat i pèrdues totals inferiors als límits estipulats respecte als valors òptims.

Quan, per raons justificades, i en casos especials en què no es puguin instal·lar d'acord amb l'anterior especificat, s'avaluarà la reducció en les prestacions energètiques de la instal·lació, incloent-se en la Memòria de Projecte.

En tots els casos s'han d'avaluar les pèrdues per orientació i inclinació del generador i ombres.

Quan hi hagi diverses files de mòduls, el càlcul de la distància mínima entre elles s'ha de fer d'acord amb l'especificat en el projecte.

15.2.2 Disseny de sistema de monitorització

El sistema de monitorització proporcionarà mesures, com a mínim, de les següents variables:

- Voltatge i corrent CC a l'entrada de l'inversor.
- Voltatge de fase / s a la xarxa, potència total de sortida de l'inversor.
- Radiació solar al pla dels mòduls, mesura amb un mòdul o una cèl·lula de tecnologia equivalent.
- Temperatura ambient a l'ombra.
- Potència reactiva de sortida de l'inversor per a instal·lacions majors de 5 kWp.
- Temperatura dels mòduls en integració arquitectònica i, sempre que sigui possible, en potències majors de 5 kW.

Les dades es presentaran en forma de mitjanes horàries. Els temps d'adquisició, la precisió de les mesures i el format de presentació es farà d'acord amb el document del JRC-Ispra "Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A", Report EUR16338 A.

El sistema de monitorització serà fàcilment accessible per a l'usuari.

15.2.3 Integració arquitectònica

En el cas de pretendre realitzar una instal·lació integrada des del punt de vista arquitectònic, la Memòria de Disseny o Projecte ha d'especificar les condicions de la construcció i de la instal·lació, i la descripció i justificació de les solucions triades.

Les condicions de la construcció es refereixen a l'estudi de característiques urbanístiques, implicacions en el disseny, actuacions sobre la construcció, necessitat de realitzar obres de reforma o ampliació, verificacions estructurals, etc. que, des del punt de vista del professional competent en l'edificació, requeririen la seva intervenció.

Les condicions de la instal·lació es refereixen a l'impacte visual, la modificació de les condicions de funcionament de l'edifici, la necessitat d'habilitar nous espais o ampliar el volum construït, efectes sobre l'estructura, etc.

15.3 Components i materials

15.3.1 Generalitats

Com a principi general s'ha d'assegurar, com a mínim, un grau d'aïllament elèctric de tipus bàsic classe I pel que fa tant a equips (mòduls i inversors), com a materials (conductors, caixes i armaris de connexió), exceptuant el cablejat de contínua, que serà de doble aïllament de classe 2 i un grau de protecció mínim de IP65.

La instal·lació incorporarà tots els elements i característiques necessaris per garantir en tot moment la qualitat del subministrament elèctric.

El funcionament de les instal·lacions fotovoltaiques no haurà de provocar a la xarxa avaries, disminucions de les condicions de seguretat ni alteracions superiors a les admeses per la normativa que sigui aplicable.

Així mateix, el funcionament d'aquestes instal·lacions no podrà donar origen a condicions perilloses de treball per al personal de manteniment i explotació de la xarxa de distribució.

Els materials situats en intempèrie es protegiran contra els agents ambientals, en particular contra l'efecte de la radiació solar i la humitat.

S'han d'incloure tots els elements necessaris de seguretat i proteccions pròpies de les persones i de la instal·lació fotovoltaica, assegurant la protecció davant de contactes directes i indirectes, curtcircuits, sobrecàrregues, així com altres elements i proteccions que resultin de l'aplicació de la legislació vigent.

En la Memòria de Disseny o Projecte s'inclouran les fotocòpies de les especificacions tècniques proporcionades pel fabricant de tots els components.

Per motius de seguretat i operació dels equips, els indicadors, etiquetes, etc. dels mateixos estaran en català i castellà.

15.3.2 Sistemes generadors fotovoltaics

Els mòduls fotovoltaics hauran d'incorporar el marcatge CE, segons la Directiva 2006/95 / CE de Parlament Europeu i de Consell, de 12 de desembre de 2006, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres sobre el material elèctric destinat a utilitzar-se amb determinats límits de tensió.

A més, hauran de complir la norma UNE-EN 61730, harmonitzada per a la Directiva 2006/95 / CE, sobre qualificació de la seguretat de mòduls fotovoltaics, i la norma UNE-EN 50.380, sobre informacions dels fulls de dades i de les plaques de característiques per als mòduls fotovoltaics.

Addicionalment, en funció de la tecnologia dels mòduls, aquest haurà de satisfer les següents normes:

- UNE-EN 61215: Mòduls fotovoltaics (FV) de silici cristal·lí per a ús terrestre. Qualificació de el disseny i homologació.
- UNE-EN 61646: Mòduls fotovoltaics (FV) de làmina prima per a aplicacions terrestres. Qualificació de el disseny i aprovació de tipus.
- UNE-EN 62108. Mòduls i sistemes fotovoltaics de concentració (CPV). Qualificació de el disseny i homologació.

Els mòduls que es trobin integrats en l'edificació, a part de complir la normativa abans esmentada, a més han de complir el que preveu la Directiva 89/106 / CEE de Consell de 21 de desembre de 1988 relativa a l'aproximació de les disposicions legals , reglamentàries i administratives dels Estats membres sobre els productes de construcció.

Aquells mòduls que no puguin ser assajats segons aquestes normes esmentades, hauran d'acreditar el compliment dels requisits mínims establerts en les mateixes per altres mitjans, i amb caràcter previ a la seva inscripció definitiva en el Registre de règim especial dependent de l'òrgan competent.

Caldrà justificar la impossibilitat de ser assajats, així com l'acreditació de l'acompliment d'aquests requisits, el que haurà de ser comunicat per escrit a la Direcció General de Política Energètica i Mines, qui resoldrà sobre la conformitat o no de la justificació i acreditació presentades.

El mòdul fotovoltaic portarà de forma clarament visible i indeleble el model i nom o logotip de fabricant, així com una identificació individual o número de sèrie traçable a la data de fabricació.

S'utilitzaran mòduls que s'ajustin a les característiques tècniques descrites a continuació.

Els mòduls hauran de portar els díodes de derivació per evitar les possibles avaries de les cèl·lules i els seus circuits per ombrejats parcials i tindran un grau de protecció IP65.

Els marcs laterals, si existeixen, seran d'alumini o acer inoxidable.

Perquè un mòdul resulti acceptable, la seva potència màxima i corrent de curtcircuit reals referides a condicions estàndard hauran d'estar compreses en el marge del± 3% dels corresponents valors nominals de catàleg.

Serà rebutjat qualsevol mòdul que presenti defectes de fabricació com trencaments o taques en qualsevol dels seus elements així com falta d'alineació en les cèl·lules o bombolles en el encapsulant.

Serà desitjable una alta eficiència de les cèl·lules.

L'estructura de el generador es connectarà a terra.

Per motius de seguretat i per facilitar el manteniment i reparació del generador, s'instal·laran els elements necessaris (fusibles, interruptors, etc.) per a la desconnexió, de forma independent i en ambdós terminals, de cadascuna de les branques de la resta del generador.

Els mòduls fotovoltaics estaran garantits pel fabricant durant un període mínim de 10 anys i comptaran amb una garantia de rendiment durant 25 anys.

15.3.3 Estructura suport

Les estructures suport hauran de complir les especificacions d'aquest apartat. En tots els casos es donarà compliment a l'especificat en el Codi Tècnic de l'Edificació pel que fa a seguretat.

L'estructura suport de mòduls ha de resistir, amb els mòduls instal·lats, les sobrecàrregues de vent i neu, d'acord amb el que indica el Codi Tècnic de l'edificació i la resta de normativa d'aplicació.

El disseny i la construcció de l'estructura i el sistema de fixació de mòduls, permetrà les necessàries dilatacions tèrmiques, sense transmetre càrregues que puguin afectar la integritat dels mòduls, seguint les indicacions de fabricant.

Els punts de subjecció per al mòdul fotovoltaic seran suficients en nombre, tenint en compte l'àrea de suport i posició relativa, de manera que no es produeixin flexions en els mòduls superiors a les permeses pel fabricant i els mètodes homologats per al model de mòdul.

El disseny de l'estructura es realitzarà per l'orientació i l'angle d'inclinació especificat per al generador fotovoltaic, tenint en compte la facilitat de muntatge i desmuntatge, i la possible necessitat de substitucions d'elements.

L'estructura es protegirà superficialment contra l'acció dels agents ambientals. La realització de trepants en l'estructura es durà a terme abans de procedir, si s'escau, al galvanitzat o protecció de l'estructura.

Els cargols seran d'acer inoxidable. En el cas que l'estructura sigui galvanitzada s'admetran cargols galvanitzats, exceptuant la subjecció dels mòduls a la mateixa, que seran d'acer inoxidable.

Els topalls de subjecció de mòduls i la pròpia estructura no projectaran ombra sobre els mòduls.

En el cas d'instal·lacions integrades en coberta que facin les vegades de la coberta de l'edifici, el disseny de l'estructura i l'estanquitat entre mòduls s'ajustarà a les exigències vigents en matèria d'edificació.

Es disposaran les estructures suport necessàries per muntar els mòduls, tant sobre superfície plana (terrassa) com integrats sobre teulada, complint el que especifica el punt sobre ombres. S'inclouran tots els accessoris i bancades i / o ancoratges.

L'estructura suport estarà calculada segons la normativa vigent per a suportar càrregues extremes degudes a factors climatològics adversos, com ara vent, neu, etc.

Si està construïda amb perfils d'acer laminat conformat en fred, han de complir les normes UNE-EN 10219-1 i UNE-EN 10.219-2 per garantir totes les seves característiques mecàniques i de composició química.

Si és del tipus galvanitzada en calent, complirà les normes UNE-EN ISO 14713 (parts 1, 2 i 3) i UNE-EN ISO 10684 i els gruixos compliran amb els mínims exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

En el cas d'utilitzar-se seguidors solars, aquests s'incorporaran el marcatge CE i complir el que preveu la Directiva 98/37 / CE de Parlament Europeu i de Consell, de 22 de juny de 1998, relativa a l'aproximació de legislacions dels Estats membres sobre màquines, i la seva normativa de desenvolupament, així com la Directiva 2006/42 / CE de Parlament Europeu i de Consell, de 17 de maig de 2006 relativa a les màquines.

15.3.4 Inversors

Seran del tipus adequat per a la connexió a la xarxa elèctrica, amb una potència d'entrada variable perquè siguin capaços d'extreure en tot moment la màxima potència que el generador fotovoltaic pot proporcionar al llarg de cada dia.

Les característiques bàsiques dels inversors seran les següents:

- Principi de funcionament: font de corrent.
- Autocommutats.
- Seguiment automàtic del punt de màxima potència de el generador.
- No funcionaran en illa o mode aïllat.

La caracterització dels inversors s'ha de fer segons les normes següents:

- UNE-EN 62.093: Components d'acumulació, conversió i gestió d'energia de sistemes fotovoltaics. Qualificació de el disseny i assajos ambientals.

- UNE-EN 61.683: Sistemes fotovoltaics. Condicionadors de potència. Procediment per a la mesura del rendiment.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility serveis interactius photovoltaic inverters.

Els inversors compliran amb les directives comunitàries de Seguretat Elèctrica i Compatibilitat Electromagnètica (ambdues seran certificades pel fabricant), incorporant proteccions enfront de:

- Curtcircuits en alterna.
- Tensió de xarxa fora de rang.
- Freqüència de xarxa fora de rang.
- Sobretensions, mitjançant varistors o similars.
- Pertorbacions presents a la xarxa com microtalls, polsos, defectes de cicles, absència i retorn de la xarxa, etc.

Addicionalment, han de complir amb la Directiva 2004/108 / CE de Parlament Europeu i de Consell, de 15 de desembre de 2004, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres en matèria de compatibilitat electromagnètica.

Cada inversor disposarà de les senyalitzacions necessàries per la seva correcta operació, i incorporarà els controls automàtics imprescindibles que assegurin la seva adequada supervisió i maneig.

Cada inversor incorporarà, al menys, els controls manuals següents:

- Encesa i apagada general de l'inversor.
- Connexió i desconnexió de l'inversor a la interfície CA.
- Les característiques elèctriques dels inversors seran les següents:
    - L'inversor seguirà lliurant potència a la xarxa de forma continuada en condicions d'irradiància solar un 10% superiors a les CEM. A més suportarà pics d'un 30% superior a les CEM durant períodes de fins a 10 segons.
    - El rendiment de potència de l'inversor (quocient entre la potència activa de sortida i la potència activa d'entrada), per a una potència de sortida en corrent altern igual al 50% i al 100% de la potència nominal, serà com a mínim del 92% i del 94% respectivament. El càlcul del rendiment es realitzarà d'acord amb la norma UNE-EN 6168: Sistemes fotovoltaics. Condicionadors de potència. Procediment per a la mesura del rendiment.
    - L'autoconsum dels equips (pèrdues en "buit") en "stand-by" o mode nocturn haurà de ser inferior al 2% de la seva potència nominal de sortida.
    - El factor de potència de la potència generada haurà de ser superior a 0,95, entre el 25% i el 100% de la potència nominal.

- A partir de potències majors del 10% de la seva potència nominal, l'inversor haurà d'injectar en xarxa.

Els inversors tindran un grau de protecció mínima IP 20 per inversors en l'interior d'edificis i llocs inaccessibles, IP 30 per inversors en l'interior d'edificis i llocs accessibles, i d'IP 65 per a inversors instal·lats a la intempèrie. En qualsevol cas, es complirà la legislació vigent.

Els inversors estaran garantits per operació en les següents condicions ambientals: entre 0 °C i 40 °C de temperatura i entre 0% i 85% d'humitat relativa.

Els inversors per instal·lacions fotovoltaiques estaran garantits pel fabricant durant un període mínim de 3 anys.

15.3.5 Cablejat

Els positius i negatius de cada grup de mòduls es conduiran separats i protegits d'acord amb la normativa vigent.

Els conductors seran de coure i tindran la secció adequada per evitar caigudes de tensió i escalfaments. Concretament, per qualsevol condició de treball, els conductors hauran de tenir la secció suficient perquè la caiguda de tensió sigui inferior de l'1,5%.

El cable ha de tenir la longitud necessària per no generar esforços en els diversos elements ni possibilitat d'enganxament pel trànsit normal de persones.

Tot el cablejat de contínua serà de doble aïllament i adequat per al seu ús en intempèrie, a l'aire o enterrat, d'acord amb la norma UNE 21123.

15.3.6 Connexió a xarxa

Totes les instal·lacions de fins a 100 kW han de complir el que disposa el Reial Decret 1699/2011 sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaiques connectades a la xarxa de baixa tensió.

15.3.7 Mesures

Totes les instal·lacions compliran amb el Reial Decret 1110/2007, de 24 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament Unificat de punts de mesura de el sistema elèctric.

15.3.8 Proteccions

Totes les instal·lacions compliran amb el que disposa el Reial Decret 1699/2011 (article 14) sobre proteccions en instal·lacions fotovoltaiques connectades a la xarxa de baixa tensió.

En connexions a la xarxa trifàsiques les proteccions per a la interconnexió de màxima i mínima freqüència (51 Hz i 49 Hz respectivament) i de màxima i mínima tensió (1,1 Um i 0,85 Um respectivament) seran per a cada fase.

15.3.9 Posada a terra de les instal·lacions fotovoltaiques

Totes les instal·lacions compliran amb el que disposa el Reial Decret 1699/2011 (article 15) sobre les condicions de posada a terra en instal·lacions fotovoltaiques connectades a la xarxa de baixa tensió.

Quan l'aïllament galvànic entre la xarxa de distribució de baixa tensió i el generador fotovoltaic no es realitzi mitjançant un transformador d'aïllament, s'explicaran en la Memòria de Disseny o Projecte els elements utilitzats per garantir aquesta condició.

Totes les masses de la instal·lació fotovoltaica, tant de la secció contínua com de l'alterna, estaran connectades a una única terra. Aquesta terra serà independent de la del neutre de l'empresa distribuïdora, d'acord amb el Reglament de Baixa Tensió.

15.3.10 Harmònics i compatibilitat electromagnètica

Totes les instal·lacions compliran amb el que disposa el Reial Decret 1699/2011 (article 16) sobre harmònics i compatibilitat electromagnètica en instal·lacions fotovoltaiques connectades a la xarxa de baixa tensió.

15.3.11 Mesures de seguretat

Les centrals fotovoltaiques, independentment de la tensió a la qual estiguin connectades a la xarxa, estaran equipades amb un sistema de proteccions que garanteixi la seva desconnexió en cas d'una fallada en la xarxa o errors interns en la instal·lació de la pròpia central, de manera que no pertorbin el correcte funcionament de les xarxes a les que estiguin connectades, tant en l'explotació normal com durant l'incident.

La central fotovoltaica ha d'evitar el funcionament no intencionat en illa amb part de la xarxa de distribució, en el cas de desconnexió de la xarxa general. La protecció anti-illa haurà de detectar la desconnexió de xarxa en un temps d'acord amb els criteris de protecció de la xarxa de distribució a la qual es connecta, o en el temps màxim fixat per la normativa o especificacions tècniques corresponents. El sistema utilitzat ha de funcionar correctament en paral·lel amb altres centrals elèctriques amb la mateixa o diferent tecnologia, i alimentant les càrregues habituals a la xarxa, com ara motors.

Totes les centrals fotovoltaiques amb una potència major d'1 MW estaran dotades d'un sistema de teledesconnexió i un sistema de telemesura. La funció de sistema de teledesconnexió és actuar sobre l'element de connexió de la central elèctrica amb la xarxa de distribució per permetre la desconnexió remota de la planta en els casos en què els requisits de seguretat així ho recomanin. Els sistemes de teledesconnexió i telemesura seran compatibles amb la xarxa de distribució a la qual es connecta la central fotovoltaica, podent

utilitzar-se en baixa tensió els sistemes de telegestió inclosos en els equips de mesura previstos per la legislació vigent.

Les centrals fotovoltaiques hauran d'estar dotades dels mitjans necessaris per a admetre un reenganxament de la xarxa de distribució sense que es produeixin danys. Així mateix, no produiran sobretensions que puguin causar danys en altres equips, fins i tot en el transitori de pas a illa, amb càrregues baixes o sense càrrega. Igualment, els equips instal·lats han de complir els límits d'emissió de pertorbacions indicats a les normes nacionals i internacionals de compatibilitat electromagnètica.

15.4 Recepció i proves

L'instal·lador lliurarà a l'usuari un document-albarà en el qual consti el subministrament de components, materials i manuals d'ús i manteniment de la instal·lació. Aquest document serà signat per duplicat per ambdues parts, conservant cadascuna un exemplar. Els manuals lliurats a l'usuari estaran en alguna de les llengües oficials espanyoles per facilitar la seva correcta interpretació.

Abans de la posada en servei de tots els elements principals (mòduls, inversors, comptadors) aquests hauran d'haver superat les proves de funcionament en fàbrica, de les que s'aixecarà oportuna acta que s'adjuntarà amb els certificats de qualitat.

Les proves a realitzar per l'instal·lador, amb independència del que indica anteriorment en aquest Plec de Condicions, seran com a mínim les següents:

- Funcionament i posada en marxa de tots els sistemes.
- Proves d'arrencada i parada en diferents instants de funcionament.
- Proves dels elements i mesures de protecció, seguretat i alarma, així com la seva actuació, amb excepció de les proves referides a l'interruptor automàtic de la desconnexió.

Finalitzades les proves i la posada en marxa es passarà a la fase de la recepció Provisional de la Instal·lació. No obstant això, l'Acta de Recepció Provisional no es signarà fins haver comprovat que tots els sistemes i elements que formen part del subministrament han funcionat correctament durant un mínim de 240 hores seguides, sense interrupcions o parades causades per fallades o errors de sistema subministrat, i a més s'hagin complert els requisits següents:

- Lliurament de tota la documentació requerida en aquest Plec de Condicions, i com a mínim la recollida en la norma UNE-EN 62466: Sistemes fotovoltaics connectats a xarxa. Requisits mínims de documentació, posada en marxa i inspecció d'un sistema.
- Retirada d'obra de tot el material sobrant.

- Neteja de les zones ocupades, amb transport de totes les deixalles a abocador.

Durant aquest període el subministrador serà l'únic responsable de l'operació dels sistemes subministrats, si bé haurà d'ensinistrar el personal d'operació.

Tots els elements subministrats, així com la instal·lació en el seu conjunt, estaran protegits enfront a defectes de fabricació, instal·lació o disseny per una garantia de tres anys, excepte per als mòduls fotovoltaics, per als quals la garantia mínima serà de 10 anys comptats a partir de la data de la signatura de l'acta de recepció provisional.

No obstant això, l'instal·lador quedarà obligat a la reparació de les fallades de funcionament que es puguin produir si s'apreciés que el seu origen procedeix de defectes ocults de disseny, construcció, materials o muntatge, comprometent-se a esmenar sense cap càrrec. En qualsevol cas, haurà d'atenir-se al que estableix la legislació vigent quant a vicis ocults

15.5 Requeriments tècnics del contracte de manteniment

15.5.1 Generalitats

Es realitzarà un contracte de manteniment preventiu i correctiu de com a mínim tres anys.

El contracte de manteniment de la instal·lació inclourà tots els elements de la mateixa, amb les tasques de manteniment preventiu aconsellats pels diferents fabricants.

15.5.2 Programa de manteniment

L'objecte d'aquest apartat és definir les condicions generals mínimes que s'han de seguir per a l'adequat manteniment de les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectades a xarxa.

Es defineixen dos esglaons d'actuació per englobar totes les operacions necessàries durant la vida útil de la instal·lació per assegurar el funcionament, augmentar la producció i prolongar la durada de la mateixa:

- Manteniment preventiu.
- Manteniment correctiu.

Pla de manteniment preventiu: operacions d'inspecció visual, verificació d'actuacions i altres, que aplicades a la instal·lació han de permetre mantenir dins de límits acceptables les condicions de funcionament, prestacions, protecció i durabilitat de la mateixa.

Pla de manteniment correctiu: totes les operacions de substitució necessàries per assegurar que el sistema funciona correctament durant la seva vida útil. Inclou:

- La visita a la instal·lació en els terminis indicats i cada vegada que l'usuari ho requereixi per avaria greu a la mateixa.
- L'anàlisi i elaboració del pressupost dels treballs i reposicions necessàries per al correcte funcionament de la instal·lació.

Els costos econòmics del manteniment correctiu, amb l'abast indicat, formen part del preu anual del contracte de manteniment. Podran no estar incloses ni la mà d'obra ni les reposicions d'equips necessàries més enllà de el període de garantia.

El manteniment ha de realitzar-se per personal tècnic qualificat sota la responsabilitat de l'empresa instal·ladora.

El manteniment preventiu de la instal·lació inclourà, al menys, una visita (anual per al cas d'instal·lacions de potència de fins a 100 kWp i semestral per a la resta) en la qual es realitzaran les següents activitats:

- Comprovació de les proteccions elèctriques.
- Comprovació de l'estat dels mòduls: comprovació de la situació respecte a el projecte original i verificació de l'estat de les connexions.
- Comprovació de l'estat de l'inversor: funcionament, llums de senyalitzacions, alarmes, etc.
- Comprovació de l'estat mecànic de cables i terminals (incloent cables de preses de terra i reajustament de bornes), platines, transformadors, ventiladors / extractors, unions, reapretaments, neteja.
- Realització d'un informe tècnic de cadascuna de les visites, en què es reflecteixi l'estat de les instal·lacions i les incidències esdevingudes.
- Registre de les operacions de manteniment realitzades en un llibre de manteniment, en el qual constarà la identificació amb el personal de manteniment (nom, titulació i autorització de l'empresa).

15.5.3 Garanties

Sense perjudici de qualsevol possible reclamació a tercers, la instal·lació serà reparada d'acord amb aquestes condicions generals si ha sofert una avaria a causa d'un defecte de muntatge o de qualsevol dels components, sempre que hagi estat manipulada correctament d'acord amb el que estableix el manual d'instruccions.

La garantia es concedeix a favor del comprador de la instal·lació, el que s'ha de justificar degudament mitjançant el corresponent certificat de garantia, amb la data que s'acrediti en la certificació de la instal·lació.

El subministrador garantirà la instal·lació durant un període mínim de 3 anys, per a tots els materials utilitzats i el procediment emprat en el seu muntatge. Per als mòduls fotovoltaics, la garantia mínima serà de 10 anys.

Si s'hagués d'interrompre l'explotació del subministrament a causa de raons de les que és responsable el subministrador, o a reparacions que el subministrador hagi de fer per complir les estipulacions de la garantia, el termini es perllongarà per la durada total d'aquestes interrupcions.

La garantia comprèn la reparació o reposició, si s'escau, dels components i les peces que puguin resultar defectuoses, així com la mà d'obra emprada en la reparació o reposició durant el termini de vigència de la garantia.

Queden expressament incloses totes les altres despeses, com ara temps de desplaçament, mitjans de transport, amortització de vehicles i eines, disponibilitat d'altres mitjans i eventuals ports de recollida i devolució dels equips per a la seva reparació en els tallers de fabricant.

Així mateix, s'han d'incloure la mà d'obra i materials necessaris per efectuar els ajustos i eventuals reglatges del funcionament de la instal·lació.

Si en un termini raonable el subministrador incompleix les obligacions derivades de la garantia, el comprador de la instal·lació podrà, prèvia notificació escrita, fixar una data final perquè dit subministrador compleixi amb les seves obligacions. Si el subministrador no compleix les seves obligacions en el termini últim, el comprador de la instal·lació podrà, per compte i risc del subministrador, realitzar per si mateix les oportunes reparacions, o contractar per això a un tercer, sense perjudici de la reclamació per danys i perjudicis en què hagi incorregut el subministrador.

La garantia podrà anul·lar-se quan la instal·lació hagi estat reparada, modificada o desmuntada, si més no en part, per persones alienes al subministrador o als serveis d'assistència tècnica dels fabricants no autoritzats expressament pel subministrador.

Quan l'usuari detecti un defecte de funcionament en la instal·lació ho comunicarà fefaentment al subministrador. Quan el subministrador consideri que és un defecte de fabricació d'algun component, ho comunicarà fefaentment al fabricant.

El subministrador atendrà qualsevol incidència en el termini màxim d'una setmana i la resolució de l'avaria es realitzarà en un temps màxim de 10 dies, excepte causes de força major degudament justificades.

Les avaries de les instal·lacions es repararan en el seu lloc d'ubicació pel subministrador. Si l'avaria d'algun component no pogués ser reparada en el domicili de l'usuari, el component

haurà de ser enviat al taller oficial designat pel fabricant per compte i a càrrec de subministrador.

El subministrador realitzarà les reparacions o reposicions de peces a la major brevetat possible un cop rebut l'avís d'avaria, però no es responsabilitzarà dels perjudicis causats per la demora en aquestes reparacions sempre que sigui inferior a 10 dies naturals.

Per a aquesta obra regiran com a documents bàsics el PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES aplicable a la redacció de projectes i execució de les obres, inclòs els documents corresponents que estiguessin vigents al moment d'inici de les obres.

Terrassa, juliol de 2022

Enginyer tècnic industrial
COL·LEGI D'ENGINYERS GRADUATS I ENGINYERS TÈCNICS INDUSTRIALS DE BARCELONA

Joan Mesas Pérez

Enginyer Tècnic Industrial col·legiat 25.997

ANNEX I. CÀLCULS SUPORT-ESTRUCTURA

Sistemas de montaje para instalaciones solares

K2 SYSTEMS GMBH

BASE DE CÁLCULO

PROYECTO:	Pista coberta St Pere Ribes
AUTOR:	Aitor Diaz de Basurto
FECHA:	12/05/2022

INFORMACIÓN DEL PROYECTO (TEJADO 1)

INFORMACIÓN GENERAL

Nombre	Pista coberta St Pere Ribes
Sistema de montaje	S-Dome 6.10 Xpress
Autor	Aitor Diaz de Basurto

UBICACIÓN

Dirección	Carrer Cristòfol Mestres, 54, 08810 Sant Pere de Ribes, Barcelona, España
Elevación de terreno	51,32 m
Tipo de tejado	Tejado plano
Método de fijación	Contrapeso
Cubierta	Plana
Altura del edificio	10,00 m
Altura pretil	0,00 m
Inclinación del tejado	2 °
Distancia mínima al borde	0,60 m
Material	Película
Coeficiente de fricción	0,45

El coeficiente de fricción indicado aquí debe comprobarse en el lugar de montaje. Si el valor obtenido es inferior, este deberá especificarse aquí para el cálculo del contrapeso.

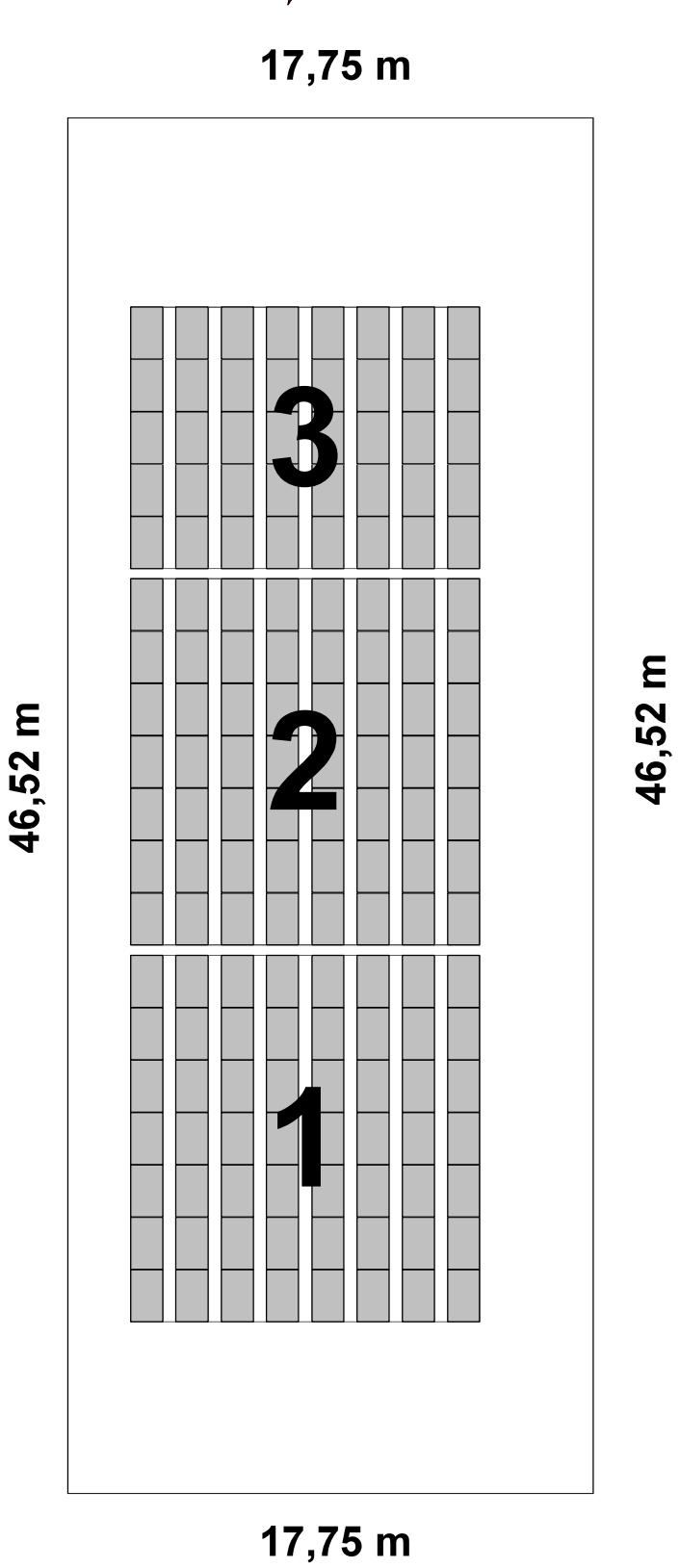
CARGAS

Código de Diseño	UNE EN		
Categoría de daños	CC1	Vida útil	25 años
Presión de velocidad de ráfagas	$q_{p,25}$= 0,827 kN/m²		
Carga de nieve en suelo	s_k = 0,426 kN/m²		

MÓDULOS

Fabricante	Trina Solar Energy	Cantidad	152
Nombre	TSM-400DE09.08 (Vertex S)	Rendimiento global	60,800 kWp
Dimensiones LaxAnxAl	1754 x 1096 x 30,00 mm		
Peso	21,0 kg		
Rendimiento	400 W		

PLAN DE MONTAJE (TEJADO 1)



Dimensiones en [m]

LEYENDA

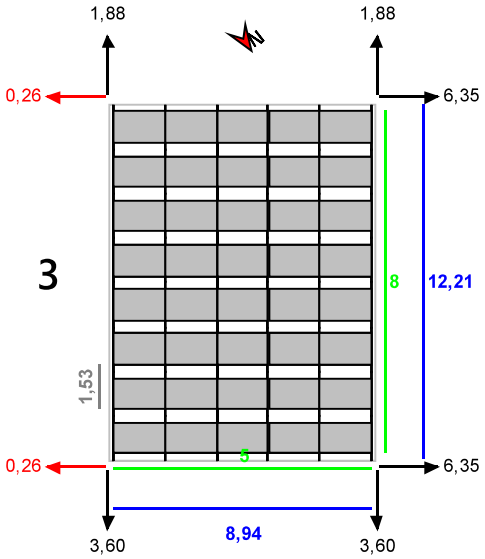
Distancia al subcampo de módulos contiguo [m]

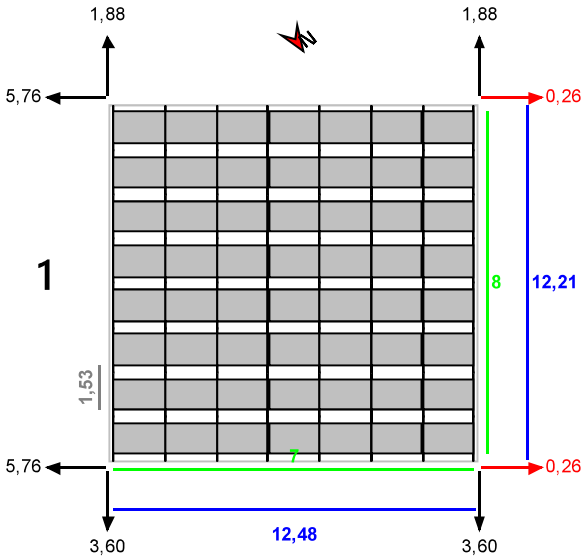
Distancia al borde del tejado [m]

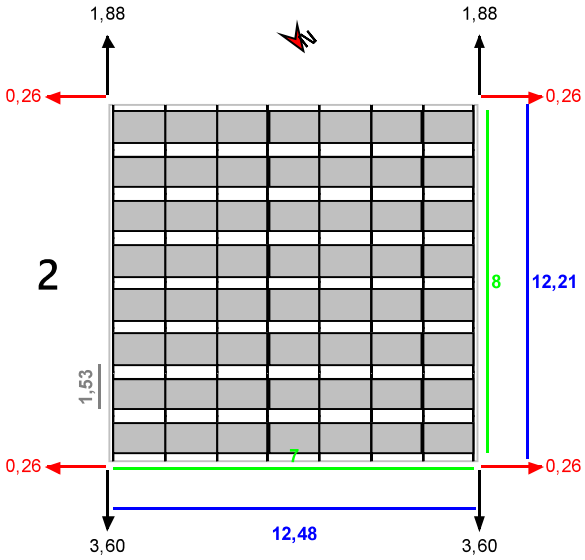
Cantidad de módulos

Largo/ancho del subcampo de módulos [m]

Distancia entre filas [m]

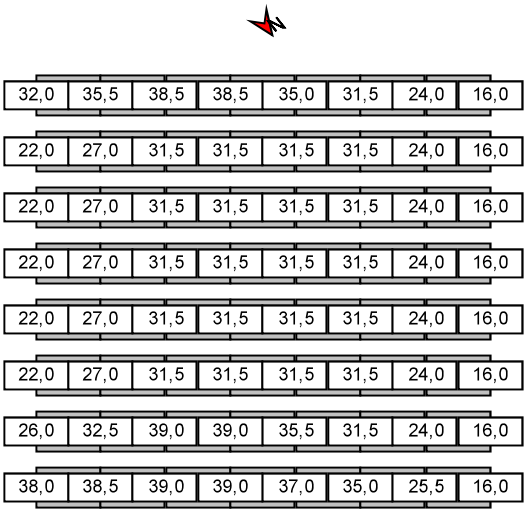




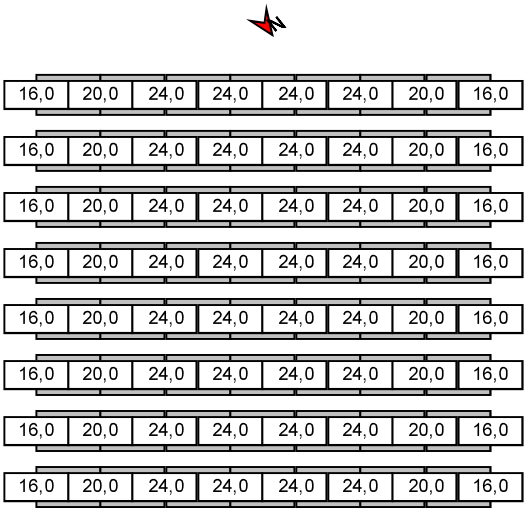


PLAN DE CONTRAPESO (TEJADO 1)

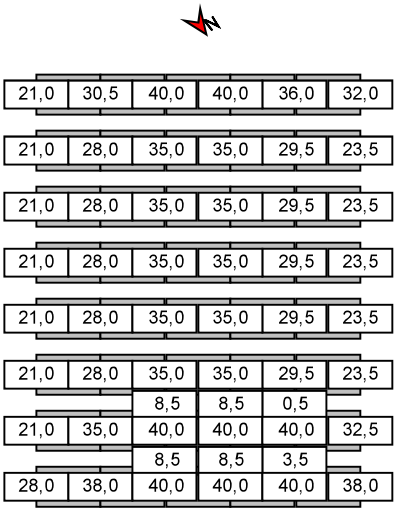
1



2



3



RESULTADOS (TEJADO 1)

CAPACIDAD DE CONTRAPESO

Speed Porter	40,0 kg
Pletina de módulo	MiniClamp MC Set 30-50
Pletina final	MiniClamp EC Set 30-50

VERIFICACIÓN DE USO DEL SISTEMA

Verificación de uso del sistema [%]	**Presión**	41,18
	Succión	41,26
Cargas en los módulos (Verificación de seguridad estructural) [Pa]	**Presión**	1645
	Succión	-1201
Cargas en los módulos (Verificación de idoneidad de uso) [Pa]	**Presión**	1229
	Succión	-855

CARGAS ESPECÍFICAS

Índice (Campo de	Número de módulos (Campo de	---	---	Contrapeso [kg] (Campo de	Peso [kg] (Campo de módulos)	Carga neta [kN/m²] (Campo de módulos)	Carga neta [kN/m²] (Superficie del tejado)	Propio peso [kN/m²]
campo de módul	56	---	---	1837,5	3243,1	0,21	---	---
campo de módul	56	---	---	1344,0	2749,6	0,18	---	---
campo de módul	40	---	---	1530,0	2534,0	0,23	---	---
odos los bloque	**152**	**---**	**---**	**4711,5**	**8526,7**	**---**	**0,10**	**---**

INDICACIONES

- La prueba de la seguridad de la posición y la capacidad de carga del sistema se llevan a cabo verificando los casos de carga que se levantan y cambian por el viento y por otros cálculos estáticos. Encontrará una versión corta del informe del túnel de viento y un certificado para los cálculos estáticos adicionales en nuestra página de inicio.
- Los datos y resultados tienen que ser verificados in situ en cuanto a las condiciones y comprobados por una persona con la cualificación técnica suficiente. Por favor, tenga en cuenta nuestras http://k2-systems.com/es/base-cgu condiciones generales de uso (CGU) disponibles, especialmente el Art. 2 ("Condiciones técnicas y profesionales en las instalaciones del cliente"), Art. 7 ("Exclusión de garantías") y Art. 8 ("Exclusión de responsabilidad").

INFORME DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL (TEJADO 1)

INFORMACIÓN GENERAL

Nombre	Pista coberta St Pere Ribes
Sistema de montaje	S-Dome 6.10 Xpress
Autor	Aitor Diaz de Basurto

UBICACIÓN

Dirección	Carrer Cristòfol Mestres, 54, 08810 Sant Pere de Ribes, Barcelona, España
Elevación de terreno	51,32 m
Tipo de tejado	Tejado plano
Método de fijación	Contrapeso
Cubierta	Plana
Altura del edificio	10,00 m
Altura pretil	0,00 m
Inclinación del tejado	2 °
Distancia mínima al borde	0,60 m
Material	Película
Coeficiente de fricción	0,45

CARGAS

Código de Diseño	UNE EN		
Categoría de daños	CC1	Vida útil	25 años

Presión de velocidad de ráfagas	$q_{p,50}$= 0,898 kN/m²
Factor de ajuste de la vida útil	f_w = 0,921
Presión de velocidad de ráfagas	$q_{p,25}$= 0,827 kN/m²

Entorno	Terreno ordinario
Carga de nieve en suelo	s_k = 0,426 kN/m²
Coeficiente de forma para nieve	μ_i = 0,800
Factor de inclinación del tejado	d_i = 0,000
Carga de nieve en el tejado	$s_{i,50}$ = 0,000 kN/m²
Factor de ajuste de la vida útil	f_s = 0,929
Carga de nieve en el tejado	$s_{i,25}$ = 0,316 kN/m²

CARGA NETA

Peso módulos	G_M = 21,0 kg	Peso neto módulo	= 10,92 kg/m²
Peso sistema de montaje	= 4,1 kg	Peso neto sistema de montaje	= 2,13 kg/m²
Superficie de módulo	A_M = 1,92 m²	Carga neta total (excluyendo lastre)	= 0,13 kN/m²

COMBINACIONES DE CARGA

Combinación de caso de carga 00:	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * S_{i,n}$
Combinación de caso de carga 02:	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,Presión}$
Combinación de caso de carga 03:	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * (W_{k,Presión} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$
Combinación de caso de carga 04:	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Presión})$
Combinación de caso de carga 06:	$E_d = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,Succión}$
Verificación de elevación:	$E_d = \gamma_{G,stb} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,n,Elevación}$
Verificación del desplazamiento:	$E_d = \gamma_{G,stb} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,n,Desplazamiento}$

IDONEIDAD DE USO

Coeficiente de combinación para viento	$\psi_{0,W}$	0,60
Coeficiente de combinación para nieve	$\psi_{0,S}$	0,50

Combinación de caso de carga 00:	$E_d = G_k$
Combinación de caso de carga 01:	$E_d = G_k + S_{i,n}$
Combinación de caso de carga 02:	$E_d = G_k + W_{k,Presión}$
Combinación de caso de carga 03:	$E_d = G_k + W_{k,Presión} + \psi_{0,S} * S_{i,n}$
Combinación de caso de carga 04:	$E_d = G_k + S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Presión}$
Combinación de caso de carga 06:	$E_d = G_k + W_{k,Succión}$

EL SISTEMA SE HA VERIFICADO CORRECTAMENTE.

PRESIÓN MÁXIMA SOBRE EL AISLAMIENTO

INFORMACIÓN GENERAL

Peso propio del sistema $g_{Sistema}$ = 0,13 kN/m²

coeficiente aerodinámico $c_{p,Presión}$ = 0,2

DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA EN LA ESTERA DE PROTECCIÓN DEL EDIFICIO POR DEBAJO DE .45 °

Dimensiones 75,3 * 380,0 * 23,1 mm

A_{eff} = 28614 mm²

$A_{área\ de\ rango\ de\ carga}$ = 0,96 m²

contrapeso máximo $G_{Contrapeso}$ = 34,9 kg

DISPERSIÓN DE CARGA EN LA ESTERA PROTECTORA BAJO SD, 45°

Dimensiones 75,3 * 380,0 * 23,1 mm

A_{eff} = 28614 mm²

$A_{área\ de\ rango\ de\ carga}$ = 0,96 m²

contrapeso máximo $G_{Contrapeso}$ = 13,6 kg

COMBINACIONES DE CARGA

Zona	Combinación de caso de carga 0 0	Combinación de caso de carga 0 1	Combinación de caso de carga 0 2	Combinación de caso de carga 0 3	Combinación de caso de carga 0 4	Combinación de caso de carga 0 5
$\sigma_{Ek,aislamiento\ térmico,S6_10}$ [Pa]	16262	26758	21821	27069	30093	---
$\sigma_{Ek,aislamiento\ térmico,SD}$ [Pa]	8962	19458	14521	19769	22793	---

EFECTOS DE CARGAS MUERTAS (SISTEMA FOTOVOLTAICO + BALASTO)

$\sigma_{Ek,aislamiento\ térmico,S6_10}$ σ_{Ek} = 16262 Pa

$\sigma_{Ek,aislamiento\ térmico,SD}$ σ_{Ek} = 8962 Pa

ACCIONES MÁXIMAS (SUMA DE CARGAS MUERTAS Y LAS ACCIONES VARIABLES MÁXIMAS DE VIENTO Y NIEVE)

$\sigma_{Ek,aislamiento\ térmico,S6_10}$ max σ_{Ek} = 30093 Pa

$\sigma_{Ek,aislamiento\ térmico,SD}$ max σ_{Ek} = 22793 Pa