

PLANTA FOTOVOLTAICA DE 40KW NOMINALS EN MODALITAT DE CONSUM COL·LECTIU PER A L'AJUNTAMENT DE TIVISSA

Situació: Col·legi d'Educació Infantil Primària Marcel·lí Domingo
Carrer Costa de l'Era núm. 18, 43746, Tivissa (Tarragona)

Promotor: Nom o Raó Social: Ajuntament de Tivissa
CIF/NIF: P4315200H
Adreça: Carrer Castell núm. 2
CP: 43746
Població: Tivissa
Província: Tarragona

Autor de la memòria: Nom: Edgar Baró Rius
Titulació: Enginyer Tècnic Industrial
Número col·legiat: 26.954
Adreça: Carrer Casa Tarruella S/N
Codi Postal: 25216
Població: Ivorra
Província: Lleida
Telèfon: 618611459
E-mail: edgar.baro@engibar.com

Data Presentació: 27 de desembre de 2022

PLANTA FOTOVOLTAICA DE 40kW NOMINALS EN MODALITAT DE CONSUM COL·LECTIU
PER A L'AJUNTAMENT DE TIVISSA

Redactat per

- Edgar Baró Rius
- Enginyer Tècnic Industrial Col. 26.954

ÍNDEX GENERAL

DOCUMENT 1 - MEMÒRIA	7
1. Resum del projecte.....	11
2. Aspectes generals.....	12
2.1 Antecedents	12
2.1.1 Objecte.....	12
2.1.2 Necessitat.....	12
2.1.3 Oportunitat	12
2.2 Objectius del projecte	13
2.3 Abast	14
2.4 Promotor de la instal·lació i/o titular	14
2.5 Tècnic Responsable del projecte.....	15
2.6 Documentació de referència.....	15
2.7 Normes i referències	15
2.8 Descripció de les instal·lacions i activitat.....	16
2.9 Emplaçament de la instal·lació.....	17
2.10 Coberta de l'edifici	20
3. Classificació de la instal·lació.....	21
3.1 Classificació segons el RDL 15/2018 i el RD 244/2019	21
3.2 Classificació segons el REBT 2002 (RD 842/2002)	21
4. Descripció de la instal·lació fotovoltaica	23
4.1 Descripció i justificació de l'activitat	23
4.2 Finalitat	24
4.3 Descripció general de la instal·lació	24
4.3.1 Potència màxima de la instal·lació generadora	24
4.3.2 Condicionats de disseny.....	25
4.3.3 Nombre de mòduls	26
4.4 Característiques dels components.....	26
4.4.1 Generadors solars fotovoltaics	26
4.4.2 Inversor	27
4.4.3 Connexió dels mòduls fotovoltaics	28
4.4.4 Estructura de suport	28
4.4.5 Posada a terra del camp fotovoltaic	29

4.4.6	Interconnexió de corrent alterna.....	29
4.4.7	Equip de mesura	29
4.4.8	Monitorització i control	29
4.4.9	Conductors i canalitzacions.....	30
4.5	Condicions tècniques de la connexió a la xarxa	30
5.	Avaluació energètica	32
5.1	Dades Radiació Solar	32
5.1.1	Dades Tèrmiques i de Radiació de la zona	32
5.2	Càlcul de producció energètica	33
5.3	Resultats.....	33
6.	Estalvi mediambiental	35
7.	Justificació de compliment amb el R.E.B.T	36
7.1	Aïllaments.....	36
7.2	Protecció contra contactes directes i indirectes	36
7.3	Connexió a terra.....	37
7.4	Resum de proteccions.....	37
8.	Aplicació del Reial Decret 1699/2011 a l'Inversor	38
8.1	Harmònics i compatibilitat electromagnètica	38
8.2	Factor de potència	38
8.3	Sistema de gestió avançat d'energia.....	38
9.	Posada en servei.....	40
10.	Manteniment i operació de la instal·lació	41
11.	Pressupost d'execució material.....	43
12.	Terminis realització instal·lació	44
13.	Anàlisi econòmic	45
13.1	Estalvi simple.....	45
13.2	Anàlisi econòmic i financer de la instal·lació	45
14.	Ordre de prioritat dels diferents documents bàsics.....	46
15.	Conclusions.....	47
	ANNEXES	48
	ANNEX 1. CÀLCULS.....	49
1.	Càlculs dels circuits elèctrics	51
1.1	Bases de càlcul	51
1.1.1	Secció de les línies.....	51
1.1.2	Càlcul de les proteccions.....	55

1.1.3	Càlcul de la posada a terra.....	58
2.	Resultats càlculs	59
2.1	Secció conductors corrent continua	61
2.2.	Secció conductors corrent alterna	61
	ANNEX 2. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT.....	63
1.	Objectiu	65
2.	Rellevància.....	65
2.3	Variacions de l'E.B.S.S.	66
3.	Memòria.....	66
3.1	Dades generals.....	66
3.1.1	Anàlisi dels riscos	67
3.1.2	Mesures preventives.....	70
3.1.3	Sistema d'atenció mèdica més propera.....	75
3.1.4	Formació personal	76
3.1.5	Normativa aplicable Seguretat i Salut.....	76
3.1.6	Proteccions personals	77
3.1.7	Proteccions col·lectives.....	77
4	Conclusió	78
	ANNEX 3. FITXES TÈCNIQUES	80
1.	Fitxa tècnica dels panells solars fotovoltaics.....	82
2.	Fitxa tècnica del sistema de fixació	85
3.	Fitxa tècnica dels inversors.....	103
4.	Fitxa tècnica del sistema de gestió i monitorització.....	106
5.	Fitxa tècnica del cable solar.....	108
	DOCUMENT 2 – PLÀNOLS	111
1.	Situació	113
2.	Emplaçament.....	114
3.	Distribució panells	115
4.	Esquema unifilar	116
	DOCUMENT 3 – PLEC DE CONDICIONS	118
1.	Objectiu.....	120
1.1	Documents contractuals i informatius	120
2.	Disposicions tècniques	120
2.1	Reglaments.....	120
2.2	Normativa.....	121

3.	Condicions tècniques.....	122
3.1	Pla de seguretat i salut d'obra	122
3.2	Materials	122
3.2.1	Condicions generals	122
3.2.2	Qualitat dels materials	123
3.3	Execució de la instal·lació.....	129
3.3.1	Condicions generals	129
3.3.2	Muntatge dels elements	129
3.3.3	Proves i assajos	130
3.4	Condicions de manteniment i d'ús.....	130
4.	Disposicions generals	131
4.1	Condicions de la direcció tècnica	131
4.2	Empresa instal·ladora o contractista.....	131
4.3	Garantia d'execució.....	131
4.4	Resum de les condicions facultatives.....	132
	DOCUMENT 4 – PRESSUPOST	136
	Pressupost instal·lació	138

DOCUMENT 1 - MEMÒRIA

PLANTA FOTOVOLTAICA DE 40kW NOMINALS EN MODALITAT DE CONSUM COL·LECTIU
PER A L'AJUNTAMENT DE TIVISSA

Redactat per

7

- Edgar Baró Rius
- Enginyer Tècnic Industrial Col. 26.954

DOCUMENT 1. MEMÒRIA

ÍNDEX DOCUMENT 1 – MEMÒRIA

DOCUMENT 1 - MEMÒRIA	7
1. Resum del projecte.....	11
2. Aspectes generals.....	12
2.1 Antecedents	12
2.1.1 Objecte.....	12
2.1.2 Necessitat.....	12
2.1.3 Oportunitat	12
2.2 Objectius del projecte	13
2.3 Abast	14
2.4 Promotor de la instal·lació i/o titular	14
2.5 Tècnic Responsable del projecte.....	15
2.6 Documentació de referència.....	15
2.7 Normes i referències	15
2.8 Descripció de les instal·lacions i activitat.....	16
2.9 Emplaçament de la instal·lació.....	17
2.10 Coberta de l'edifici	20
3. Classificació de la instal·lació.....	21
3.1 Classificació segons el RDL 15/2018 i el RD 244/2019	21
3.2 Classificació segons el REBT 2002 (RD 842/2002)	21
4. Descripció de la instal·lació fotovoltaica	23
4.1 Descripció i justificació de l'activitat	23
4.2 Finalitat	24
4.3 Descripció general de la instal·lació	24
4.3.1 Potència màxima de la instal·lació generadora	24
4.3.2 Condicionats de disseny.....	25
4.3.3 Nombre de mòduls	26
4.4 Característiques dels components.....	26
4.4.1 Generadors solars fotovoltaics	26
4.4.2 Inversor	27
4.4.3 Connexió dels mòduls fotovoltaics	28
4.4.4 Estructura de suport	28
4.4.5 Posada a terra del camp fotovoltaic	29

4.4.6	Interconnexió de corrent alterna.....	29
4.4.7	Equip de mesura	29
4.4.8	Monitorització i control	29
4.4.9	Conductors i canalitzacions.....	30
4.5	Condicions tècniques de la connexió a la xarxa	30
5.	Avaluació energètica	32
5.1	Dades Radiació Solar	32
5.1.1	Dades Tèrmiques i de Radiació de la zona	32
5.2	Càlcul de producció energètica	33
5.3	Resultats.....	33
6.	Estalvi mediambiental	35
7.	Justificació de compliment amb el R.E.B.T	36
7.1	Aïllaments.....	36
7.2	Protecció contra contactes directes i indirectes	36
7.3	Connexió a terra.....	37
7.4	Resum de proteccions.....	37
8.	Aplicació del Reial Decret 1699/2011 a l'Inversor	38
8.1	Harmònics i compatibilitat electromagnètica	38
8.2	Factor de potència	38
8.3	Sistema de gestió avançat d'energia.....	38
9.	Posada en servei.....	40
10.	Manteniment i operació de la instal·lació	41
11.	Pressupost d'execució material.....	43
12.	Terminis realització instal·lació	44
13.	Anàlisi econòmic	45
13.1	Estalvi simple.....	45
13.2	Anàlisi econòmic i financer de la instal·lació	45
14.	Ordre de prioritat dels diferents documents bàsics.....	46
15.	Conclusions.....	47
	ANNEXES	48
	ANNEX 1. CÀLCULS.....	49
1.	Càlculs dels circuits elèctrics	51
1.1	Bases de càlcul	51
1.1.1	Secció de les línies.....	51
1.1.2	Càlcul de les proteccions.....	55

1.1.3	Càlcul de la posada a terra.....	58
2.	Resultats càlculs	59
2.1	Secció conductors corrent continua	61
2.2.	Secció conductors corrent alterna	61
	ANNEX 2. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT.....	63
1.	Objectiu	65
2.	Rellevància.....	65
2.3	Variacions de l'E.B.S.S.	66
3.	Memòria.....	66
3.1	Dades generals.....	66
3.1.1	Anàlisis dels riscos	67
3.1.2	Mesures preventives.....	70
3.1.3	Sistema d'atenció mèdica més propera.....	75
3.1.4	Formació personal	76
3.1.5	Normativa aplicable Seguretat i Salut.....	76
3.1.6	Proteccions personals	77
3.1.7	Proteccions col·lectives.....	77
4	Conclusió	78
	ANNEX 3. FITXES TÈCNIQUES	80
1.	Fitxa tècnica dels panells solars fotovoltaics.....	82
2.	Fitxa tècnica del sistema de fixació	85
3.	Fitxa tècnica dels inversors.....	103
4.	Fitxa tècnica del sistema de gestió i monitorització.....	106
5.	Fitxa tècnica del cable solar.....	108

1. Resum del projecte

Les característiques principals del projecte són les següents:

CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS DEL PROJECTE	
Concepte	
Mòdul fotovoltaic proposat	JA Solar JAM72S30 de 550W o equivalent
Potència nominal del mòdul fotovoltaic	550Wp
Nombre de mòduls fotovoltaics	80 unitats
Potència Pic total	44,00kWp
Potència Nominal	40kW
Tipus de connexió	Xarxa exterior (autoconsum compartit)
Característiques constructives	
Escola CEIP Marcel·lí Domingo	80 mòduls fotovoltaics, coplanars sobre les teulades inclinades
Tipus de suports	Estructura de fixació sobre coberta inclinada mitjançant perfil·laria d'alumini fixada a les barres roscades
Balanç energètic	
Generació elèctrica anual de la instal·lació generadora	62.007,41kWh
Aprofitament de l'energia generada (autoconsumida)	44.645,34kWh (estimació del 72%)
Inversió necessària – IVA exclòs	68.992,00€
Despeses anuals de manteniment	650,00€
Estalvi econòmic anual total (primer any)	13.525,00€
Reducció de Tones de CO ₂	13.021,56Kg CO ₂ eq/any
Amortització teòrica (sense subvenció)	5 anys

Taula 1: Característiques principals del projecte

2. Aspectes generals

2.1 Antecedents

El marc normatiu actual permet realitzar instal·lacions fotovoltaïques molt eficients per l'auto proveïment d'energia elèctrica solar renovable. Al present projecte es desenvolupa una instal·lació fotovoltaïca d'autoconsum col·lectiu, en la que l'energia generada és consumida per les càrregues pròpies de la instal·lació. L'aprofitament de l'electricitat repercuteix directament als propietaris de la mateixa, beneficiant-se de l'estalvi econòmic resultant i col·laborant en la generació d'energies renovables. Triar un sistema responsable en l'àmbit ambiental i que utilitza una font renovable, gratuïta i natural és la forma perfecta per reduir els costos elèctrics i alhora, protegir el medi ambient.

L'execució del projecte s'ajustarà a la descripció d'aquesta memòria, així com els plànols adjunts. Queda exclosa qualsevol obra no vinculada en aquest projecte.

L'empresa instal·ladora d'aquesta instal·lació haurà de complir amb el plec de condicions que s'esmenta al Document 3 d'aquest projecte.

2.1.1 Objecte

12

L'Ajuntament de Tivissa en el seu objectiu d'augmentar l'autosuficiència dels seus recursos energètics, aposta decididament per la generació d'energia a partir de recursos locals renovables i gratuïts, propis i auto-gestionables. El que pretén l'Ajuntament és tant reduir les despeses municipals energètiques com contribuir a la reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Per aquest motiu, ha realitzat un encàrrec per l'elaboració d'un projecte d'instal·lació solar fotovoltaïca de consum col·lectiu on s'inclouran diferents dependències municipals.

2.1.2 Necessitat

En el marc d'aquesta estratègia es dona suport a la incorporació de sistemes que aprofitin els recursos locals renovables o residuals disponibles per tal d'implementar mesures de generació, impulsant d'aquesta manera l'autoconsum energètic.

2.1.3 Oportunitat

Actualment, l'energia solar fotovoltaïca és una de les tecnologies amb més recorregut, experiència d'instal·lació i amb un futur més prometedori del global de les tecnologies d'energia renovables existents al mercat. La disminució de preus en més del 80% en menys de 10 anys i l'aparició contínua de millors productes ha dotat al sector una dinàmica global molt ràpida vers la seva instal·lació i una

gran flexibilitat d'integració en edificis existents. L'evolució legislativa a nivell estatal contempla la regulació de l'autoconsum energètic per mitjà del Reial Decret Llei 15/2018, el Reial Decret 244/2019 i el Reial Decret Llei 29/2021.

2.2 Objectius del projecte

L'objectiu del present projecte és l'execució de les obres corresponents a la instal·lació fotovoltaica per a consum compartit amb una potència de 44,00kWp (40kW nominals), situada a la coberta de de l'Escola CEIP Marcel·lí Domingo (al Carrer Costa de l'Era núm. 18 de Tivissa, Tarragona. Aquest projecte contempla l'autoconsum compartit connectat a xarxa exterior per tal de cobrir els consums de les diferents dependències municipals.

Mitjançant aquesta actuació, s'aposta per la reducció del consum energètic, que conjuntament amb l'aposta de generació mitjançant recurs renovable, permet millorar l'autosuficiència energètica de l'edifici i dels beneficiaris de l'energia produïda.

El present projecte s'ha redactat de manera que es compleixi amb les normatives d'aplicació, la relació de les quals ha estat inclosa al plec de condicions tècniques.

Les dependències municipals que inclourà aquesta instal·lació fotovoltaica d'autoconsum elèctric situada a l'Escola Marcel·lí Domingo es troben en un radi de 500 metres, i seran:

1. Guarderia
2. Bar-Camping
3. Centre de jubilats
4. Camp de futbol
5. Centre cultural
6. Biblioteca
7. Societat Obres
8. Piscines
9. Ajuntament



Il·lustració 1: Dependències municipals Ajuntament Tivissa

2.3 Abast

L'àmbit d'aplicació del present projecte és en referent a la instal·lació i posta a punt dels equips generadors fotovoltaics i la seva derivació fins al quadre elèctric de protecció de capçalera existent a les instal·lacions.

La instal·lació que pugui existir aigües avall de l'interruptor general automàtic de les instal·lacions existents queda fora de l'àmbit d'aplicació del present projecte, atès que no es modifica.

2.4 Promotor de la instal·lació i/o titular

- Nom o raó social: Ajuntament de Tivissa
- DNI / NIF: P4315200H
- Direcció: Carrer Castell núm. 2
- Població: Tivissa
- Codi Postal: 43746
- Província: Tarragona

Persona de contacte: Conrad Solé Altès amb telèfon de contacte 977418014, correu electrònic csole@tivissa.cat i adreça a efecte de notificacions al Carrer Castell núm. 2 de Tivissa, codi postal 43746 (Tarragona).

2.5 Tècnic Responsable del projecte

- EDGAR BARÓ RIUS
- 52596900V
- Carrer Casa Tarruella s/n, 25216 Ivorra
- Telèfon: 618611459
- Correu electrònic: edgar.baro@consumzero.com
- Enginyer Tècnic Industrial Núm Col·legiat: 26.954

2.6 Documentació de referència

Es parteix de les indicacions tècniques, dels plànols i de les dades de consum elèctric facilitat pel promotor.

2.7 Normes i referències

15

Normativa estatal:

- Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament Electrotècnic per a baixa tensió (REBT).
- Instruccions tècniques complementàries ITC BT 02, 04, 05, 08, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 43, 40, 44, 45, 47 i 51.
- Reial Decret 1699/2011 de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.
- Reial Decret 900/2015 pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum.
- Reial Decret 1955/2000, d'1 de desembre, pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- Llei 24/2013, de 26 de desembre, del Sector Elèctric.
- Reial Decret 413/2014, de 6 de juny, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables, cogeneració i residus.
- Reial Decret Llei 15/2018, de 5 d'octubre, de mesures urgents per a la transició energètica i la protecció dels consumidors.
- Reial Decret 244/2019 de 5 d'abril, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.

- Reial Decret llei, de 21 de desembre, pel qual s'adopten mesures urgents en l'àmbit energètic per al foment de la mobilitat elèctrica, l'autoconsum i el desplegament d'energies renovables.

Normativa autonòmica:

- Decret 363/2004, de 24 d'agost, pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament electrotècnic per a baixa tensió.
- Ordre 14/05/87 per la qual es regula el procediment d'actuació del Departament d'Indústria i Energia per a l'aplicació del R.E.B.T. mitjançant la intervenció de les Entitats d'Inspecció i Control de la Generalitat de Catalunya i la seva posterior modificació Ordre 28/11/00.
- Resolució ECF/4548/2006, de 29 de desembre, per la qual s'aproven a Fecsa-Endesa les Normes Tècniques Particulars relatives a la xarxa a les instal·lacions d'enllaç.
- DECRET LLEI 16/2019, de 26 de novembre, de mesures urgents per a l'emergència climàtica i l'impuls a les energies renovables.
- Llei 5/2020, del 29 d'abril, de mesures fiscals, financeres, administratives i del sector públic i de creació de l'impost sobre les instal·lacions que incideixen en el medi ambient

Normes UNE que cal considerar:

- Norma UNE 157001/2002 Criteris generals per l'elaboració de projectes.
- UNE-EN 61173:98 "Protecció contra les sobretensions dels sistemes fotovoltaics (FV) productors d'energia".
- EUROCODI 1: UNE-ENV 1991-1-4. Accions en estructures. Accions de vent.

16

Normativa d'aplicació sobre seguretat i salut en llocs de treball:

- Llei de prevenció de riscos laborals (Llei 31/1995 de 8 de novembre. BOE 269, de 10 de novembre).
- Reial Decret 485/1997, de 14 d'Abril, per el qual s'estableixen les disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball (BOE nº97 23/04/97).
- Reial Decret 486/1997, de 14 d'Abril, per el qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.
- RD 314/2006, de 17 de Març, pel qual s'aprova el codi Tècnic de l'Edificació, document bàsic "Seguretat d'Utilització" (DB-SU).

Normativa municipal:

- Normativa urbanística vigent.
- Ordenances municipals de l'Ajuntament de Tivissa.

2.8 Descripció de les instal·lacions i activitat

L'edifici objecte del present projecte és l'escola municipal (CEIP Marcel·lí Domingo).

Les cobertes de l'escola són de teula inclinada amb una pendent del 15°. Per a la col·locació dels panells s'aprofiten les vessants orientades a Sud-Est i Sud-Oest.



Il·lustració 2: Vista aèria del lloc de la instal·lació

2.9 Emplaçament de la instal·lació

La instal·lació generadora estarà emplaçada sobre les cobertes de l'escola (CEIP Marcel·lí Domingo). Es tracta d'un edifici amb una superfície total d'uns 1.050m² construïts, dins una parcel·la de 3.860m².

Altres dades de l'edifici:

- C/ Costa de l'Era núm. 18, del terme municipal de Tivissa comarca de la Ribera d'Ebre, Tarragona.
- Coordenades UTM 31 ETRS89: X= 309520; Y= 4545763
- Referència cadastral: 9658408CF0495H0001TZ



Il·lustració 3: Emplaçament i situació de la instal·lació

2.10 Coberta de l'edifici

Atès que la instal·lació fotovoltaica projectada ocuparà part de la coberta, és necessari analitzar-ne la seva ocupació i execució. L'edifici disposa de diferents seccions de coberta, totes inclinades. Per al sistema solar fotovoltaic, s'ocuparan les diferents vessants (Sud-Est i Sud-Oest), evitant les zones amb obstacles que puguin produir ombres sobre els panells.

La coberta a on s'instal·laran els mòduls fotovoltaics té una inclinació de 15° .

A nivell de l'entorn, no existeixen edificis ni arbres propers que puguin produir ombres a l'edifici en les principals hores de sol. Aquests factors s'han tingut en compte a l'hora de dissenyar el sistema solar fotovoltaic per tal d'optimitzar la potència a instal·lar.

3. Classificació de la instal·lació

3.1 Classificació segons el RDL 15/2018 i el RD 244/2019

La instal·lació que es planteja, segons els RDL 15/2018 i RD 244/2019 és de tipus:

Instal·lació fotovoltaica en autoconsum col·lectiu connectada a xarxa (40kW)

En aquesta configuració la instal·lació és per autoconsum compartit, és a dir, hi haurà diversos consumidors associats a la instal·lació generadora, utilitzant la xarxa pública de distribució o transport. Les connexions a través de xarxa han de satisfer al menys un dels següents criteris:

- La connexió es realitza a xarxa de baixa tensió que deriva del mateix centre de transformació al que pertany el consumidor.
- La distància existent entre els comptadors de generació i consum és menor a 500m, mesurats en projecció ortogonal en planta.
- La instal·lació generadora i els consumidors associats s'ubiquen en la mateixa referència cadastral, presa com tal si coincideixen els 14 primers dígit (amb excepció de les comunitats autònomes amb normativa cadastral pròpia).

S'abocaran excedents a la xarxa elèctrica, motiu pel qual caldrà sol·licitar punt de connexió a la companyia distribuïdora i signar contracte d'accés a la xarxa. No obstant, al ser una instal·lació de $\leq 100\text{kW}$, no serà necessari sol·licitar autorització prèvia a l'administració, ni caldrà justificar el compliment de condicions de protecció del medi ambient i urbanístiques.

Les instal·lacions de menys de 100kW es tramitaran segons el RD 1699/2011.

21

3.2 Classificació segons el REBT 2002 (RD 842/2002)

- **ICT-BT-40**

Segons ITC-BT-40 (Instal·lacions generadores de Baixa Tensió) la instal·lació del present projecte es classifica com una Instal·lació generadora interconnectada: Es tracta d'aquelles instal·lacions generadores a on existeix una connexió amb la xarxa pública de distribució amb els generadors treballant paral·lel amb ella.

- **ICT-BT-04**

Segons ITC-BT-04 / Art 3 del Reial decret 842/2002 (Instal·lacions que precisen projecte), les instal·lacions projectades seran objecte de projecte tècnic per la seva posada en marxa o legalització final, al tractar-se de:

- Grup C. Local moll de potència, o generadors de potència igual superior a 10kW.

- **ICT-BT-05**

Segons ITC-BT-05 / Art 4 del Reial decret 842/2002 (Verificacions i inspeccions), les instal·lacions projectades seran objecte d'inspeccions i verificacions per la seva posada en marxa o legalització final.

4. Descripció de la instal·lació fotovoltaica

4.1 Descripció i justificació de l'activitat

En aquest punt es descriuen les condicions tècniques d'una instal·lació fotovoltaica garantint la seguretat de les persones i els elements més importants en la seva execució. La planta generadora fotovoltaica estarà ubicada a la coberta de l'edifici.

S'analitzaran les possibilitats que ofereix una instal·lació d'energia solar fotovoltaica formada per un conjunt de mòduls amb una estructura coplanar situats a sobre de la coberta. A nivell tècnic s'exposaran i analitzaran els diferents elements que integren la instal·lació per assegurar el seu correcte funcionament. També es fa un estudi d'aquells elements que puguin afectar negativament al seu rendiment.



Il·lustració 4: Ubicació de les instal·lacions generadores sobre l'edifici

4.2 Finalitat

Les plantes de generació d'energia elèctrica a partir d'energia solar basen el seu funcionament en els mòduls fotovoltaics. Aquestes estan formades per un conjunt de cèl·lules que mitjançant l'efecte fotoelèctric són capaces de generar electricitat.

La unió de vàries d'elles permetrà la creació d'una planta fotovoltaica amb la potència desitjada. L'electricitat produïda per aquests generadors fotovoltaics es de corrent continua i per tant s'haurà d'adequar per a poder ser injectada a la xarxa (corrent alterna, monofàsica o trifàsica). Aquesta funció la compleix l'inversor, que haurà de ser escollit amb les especificacions adequades per la instal·lació. La resta de materials utilitzats en la instal·lació són aquells característics d'una instal·lació de baixa tensió.

4.3 Descripció general de la instal·lació

4.3.1 Potència màxima de la instal·lació generadora

Donades les característiques de l'obra i els nivells d'electrificació dels aparells projectats, pot establir-se la potència total instal·lada i generada per la instal·lació:

24

POTÈNCIA TOTAL PREVISTA PER INSTAL·LACIÓ		
Concepte	Potència instal·lada total (kWp)	Potència nominal (kW)
Instal·lació Fotovoltaica Ajuntament	44,00kWp	40kW

Taula 2: Potències pic i nominal de la instal·lació

A continuació s'enumeren els principals elements que integren la instal·lació:

- Mòduls fotovoltaics
- Estructura de suport dels panells
- Cablejat interior
- Inversor
- Proteccions d'interconnexió
- Quadre general de Baixa Tensió
- Escomesa i punt de connexió a la xarxa
- Posada a terra
- Quadre general de control
- Sistema de monitorització

4.3.1.1 Aspectes en el càlcul del generador fotovoltaic

El principal efecte de rendiment vers els panells solars és la temperatura de les cèl·lules, les quals es veuen afectades per la tensió i la corrent en relació a la variació de temperatura de l'exterior.

Temperatura de la cèl·lula (<i>T_a</i> : Temperatura ambient)	$T_c = T_a + \frac{TONC (^{\circ}C) - 20}{800 \frac{W}{m^2}} G$
Variació de la tensió (reducció)	$\frac{dV_{oc}}{dT_c} = -2,3 \frac{mV}{^{\circ}C}$
Variació de la corrent (augment)	$I_L(G) = \frac{G}{1000 \frac{W}{m^2}} I_L \left(1000 \frac{W}{m^2} \right)$

Taula 3: Càlculs pèrdues rendiment generador per la temperatura. (Elaboració pròpia)

La distribució de mòduls sobre l'estructura s'ha realitzant optimitzant la integració arquitectònica en la coberta sense sacrificar la producció del sistema. Els principals paràmetres que afecten al rendiment d'una instal·lació solar son:

- Orientació
- Inclinació
- Ombres sobre els mòduls
- Pèrdues elèctriques (Seccions i longituds de cablejat elèctric, Les toleràncies de les potències dels panells)
- Ventilació dels mòduls fotovoltaics
- Brutícia dipositada sobre els panells solars
- Refractància angular

25

4.3.2 Condicionats de disseny

4.3.2.1 Tipologia d'edifici

Les afectacions visuals a la reforma de les instal·lacions guardaran coherència respecte les afectacions visuals a l'interior de l'edifici. Es respectarà la integració arquitectònica i visual de la instal·lació fotovoltaica vers l'edifici. Aquest fet implica les següents premisses en el moment de contemplar-ne el disseny en el present projecte:

- Es respectaran les ordenances municipals d'edificació.
- Es respectarà el pas per actuacions de manteniment que s'hagin de realitzar a les cobertes.
- S'informarà sobre el possible risc elèctric per part de visitants a la coberta, així com també respectar una distància de seguretat per evitar danys fortuïts per cops o xoc amb el material instal·lat, així com abrasions o cremades de baix grau i enlluernaments.

4.3.2.2 Orientació de l'edifici

La instal·lació solar fotovoltaica es disposa tota sobre les vessants amb una inclinació de 15° :

- Sud-Est (amb inclinació azimut de 71°)
- Sud-Oest (amb inclinació azimut de 19°)

4.3.2.3 Afectació d'ombres

Un dels aspectes més transcendents en el disseny d'una instal·lació fotovoltaica és la correcta ubicació i col·locació dels panells fotovoltaics per evitar l'afectació de les ombres parcials o totals sobre aquestes. Analitzant in situ les instal·lacions, s'observa que hi ha alguns elements de coberta que poden projectar ombres sobre la instal·lació. Aquests són, principalment:

- Els murets perimetrals de les cobertes
- Elements auxiliars de coberta com ara xemeneies i similar

Per aquest motiu, s'ha creat un model de simulació en 3 dimensions a partir del software HELIOSCOPE per tal de determinar l'afectació anual sobre la producció teòrica del sistema de les ombres dels diferents elements estructurals i arquitectònics de l'edifici, així com determinar també la posició òptima dels mòduls fotovoltaics.

4.3.3 Nombre de mòduls

26

Les instal·lació estarà formada per 80 mòduls amb una potència unitària de 550Wp que totalitzaran 44,00kWp de potència instal·lada.

La instal·lació disposarà d'un inversor HUAWEI trifàsic, model SUN2000-40KTL-M3, que permetrà convertir el corrent continu a corrent altern. L'inversor disposa de grau de protecció IP65 i estarà ubicat a la planta baixa de l'escola.

4.4 Característiques dels components

Els principals equips que conformen la instal·lació són els que es detallen a continuació:

4.4.1 Generadors solars fotovoltaics

4.4.1.1 Especificacions mínimes del panell fotovoltaic

Les especificacions tècniques mínimes que han de complir els mòduls fotovoltaics del present projecte per una radiació estàndard de 1.000W/m^2 i 25°C són les següents:

Paràmetres Elèctrics STC	Model proposat: JA SOLAR JAM 72S30 de 550W o equivalent
Potència màxima (Wp)	550Wp
Classificació de la classe de potència (W)	0/ +5W
Tensió nominal Vmp (V)	41,96V
Corrent nominal Imp (A)	13,11A
Tensió a circuit obert Voc (V)	49,90V
Corrent curtcircuit ISC (A)	14,00A
Eficiència del mòdul (%)	21,30%
Garantia de producte	12 anys
Garantia de producció	25 anys

Taula 4: Característiques tècniques mòdul fotovoltaic

4.4.2 Inversor

Els panells solars generen electricitat en corrent continu. Per a poder ser injectada en una xarxa elèctrica de corrent altern a 230/400V es fa ús dels anomenats inversors. Aquests seran de tipus i característiques específiques per a un sistema de connexió a la xarxa, de tensió i freqüència donat. La creació d'harmònics estarà compresa dins dels límits fixats en la guia sobre qualitat d'ona de les xarxes UNESA i segons la norma CEI 100-3-2.

S'utilitzaran inversors que tinguin integrades les proteccions necessàries per a la interconnexió, aïllament galvànic, protecció de màxima i mínima tensió, protecció de màxima/mínima freqüència i desconexió automàtica en cas de tall de la corrent de xarxa. Hauran d'acomplir amb la normativa aplicable descrita en el RD1699/2011 i disposar de tots els certificats exigibles per la normativa actual.

Es disposarà d'un inversor de 40kW de la casa HUAWEI i model SUN2000-40KTL-M3 o equivalent.

Aquests inversors disposen de proteccions per garantir la transferència de corrent, de certificació CE i també compleix la normativa RD 1699/2011. Aquest equip s'instal·larà a l'entrada de l'escola (per el carrer Costa de l'Era), a la sala que se situa a l'esquerra, on ja se situen els comptadors d'aquesta. Es col·locaran fixats a la paret (d'aquesta manera quedaran protegits de l'intempèrie).

A continuació es detallen les característiques mínimes que haurà de complir l'inversor, inclòs amb una garantia mínima de producte de 5 anys:

Característiques Elèctriques inversor HUAWEI SUN2000-40KTL-M3	Quantitat
Rendiment (%)	98,4%
Tensió màxima (V)	1.100V
Rang de tensió MPP (V)	200V~ 1000V
Corrent màxima de curtcircuit (A)	40A
Corrent màxima de sortida (A)	63,8A
Potència nominal de sortida (kW)	40kW

Taula 5: Característiques tècniques inversor

4.4.3 Connexió dels mòduls fotovoltaics

Els panells fotovoltaics es connecten entre ells en sèrie i en paral·lel per poder operar en tensions que permetin una conversió eficient de l'energia de corrent continu a corrent altern i perquè també permetin treballar amb seccions de cablejat de reduït diàmetre, amb una millora sensible del cost d'instal·lació i de les pèrdues per distribució.

La instal·lació en coberta es realitzarà mitjançant la unió de 4 *strings*. Els mòduls queden distribuïts de la següent manera:

- Inversor 40kW:
 - Entrada A: 1x *String* de 18 mòduls de 550W
 - Entrada B: 1x *String* de 18 mòduls de 550W
 - Entrada C: 1x *String* de 22 mòduls de 550W
 - Entrada D: 1x *String* de 22 mòduls de 550W

Les connexions es disposaran a l'interior de caixes estanques situades en llocs amb ombra per evitar l'exposició directa a la radiació solar.

4.4.3.1 Consideracions generals

El cablejat transcorrerà per la superfície de la coberta, protegit contra cops i intempèrie per una canaleta, passa cables fixe, tub o safata protegida de resistència mínima IK10. Totes les unions es realitzaran mitjançant borns de subjecció segons ITC-BT-19, o connectors específics per instal·lacions fotovoltaïques. El cablejat de corrent continu serà d'alta seguretat (AS), lliure d'halògens, no propagador de flama i amb baixa emissió de gasos corrosius. El conductor serà flexible de coure i amb les característiques següents.

- Resistència a temperatures extremes (-40 °C a 120 °C) segons IEC60811-1-4 i IEC60216- 1.
- Tensió nominal 0,6/1kV CA i 1,8 kV cc.
- Resistència als raigs ultraviolats segons UL 1581.
- Resistència a l'ozó segons IEC 60811-2-1.

El recorregut dels cables de corrent continu per la coberta es realitzarà de tal manera que l'àrea tancada pels conductors positiu i negatiu d'un grup de panells en sèrie sigui el més petita possible, amb la finalitat de reduir el màxim les possibles sobretensions d'origen atmosfèric produïdes per acumulació de carregues electrostàtiques.

Degudes a les tensions de funcionament en corrent continu tot el sistema de cablejat i connexions de corrent continu haurà de disposar d'un nivell d'aïllament igual o superior a 1 MΩ.

4.4.4 Estructura de suport

L'estructura de suport té la funció de mantenir els mòduls en una posició correcta, fixar el conjunt del camp fotovoltaic a una estructura sòlida i garantir la integritat dels mòduls contra l'acció dels factors climatològics externs.

Els mòduls fotovoltaics s'instal·laran sobre la coberta de l'edifici mitjançant una estructura d'alumini anoditzat que anirà fixada mitjançant barres roscades, quedant perfectament **paral·lel a la coberta**. Posteriorment els mòduls es fixaran a l'estructura d'alumini a través de les fixacions corresponents. S'utilitzarà l'estructura de suport i les fixacions de la casa WÜRTH o equivalents.

4.4.5 Posada a terra del camp fotovoltaic

El sistema de generació en corrent continu tindrà una posada a terra independent instal·lada de forma que no alteri les condicions de la xarxa elèctrica. Aquest sistema connectarà les masses dels equips de generació assegurant que no es produeixin tensions perilloses ni transferència de defectes a la xarxa.

El sistema de generació en corrent altern estarà connectat al terra existent de cadascun dels edificis de forma que no alteri les condicions de la xarxa elèctrica. Aquest sistema connectarà les masses dels equips de generació assegurant que no es produeixin tensions perilloses ni transferència de defectes a la xarxa.

4.4.6 Interconnexió de corrent alterna

A la sortida dels inversors s'instal·larà un quadre de proteccions de corrent altern, on s'unificaran les dues línies de corrent alterna en una sola, que es derivarà posteriorment al Quadre General de Distribució. A aquest quadre arribarà la sortida de CA de l'inversor i disposarà de protecció magneto tèrmica i diferencial per a cadascun dels equips, a més d'un interruptor seccionador general per a la línia unificada. Aquestes proteccions s'instal·laran en un armari de nova incorporació destinat a aquest ús a la planta principal de l'edifici, al costat de l'inversor.

A la sortida del quadre de connexions en corrent alterna, la línia de CA es derivarà fins a l'escomesa passant pel fals sostre dins l'edifici i per una canalització soterrada fins al punt de connexió.

4.4.7 Equip de mesura

L'equip de mesura d'energia neta, s'instal·larà en una envolupant homologada tipus TMF10 per una potència mínima de 55kW ICP 80A 400V amb equip de comptatge homologat. Addicionalment, serà necessari substituir l'equip de comptatge de consum actual per un altre equip tipus TMF10 111kW amb equip de comptatge homologat per tal d'admetre la potència fotovoltaica a exportar.

4.4.8 Monitorització i control

El sistema de monitorització ha de permetre visualitzar els principals paràmetres de la instal·lació a través d'una plataforma web accessible a través de navegador web. Es proposa com a solució el comptador elèctric model Power Sensor DTSU666-H del mateix fabricant que l'inversor (HUAWEI) o equivalent.

Es disposarà de tots els equips necessaris per a aquesta integració, inclòs l'autòmat de control programable i accessible des de web i aplicació mòbil i els mòduls d'expansió requerits. Per la connexió del sistema de gestió a internet s'utilitzarà la infraestructura informàtica existent.

4.4.9 Conductors i canalitzacions

El conductor d'interconnexió entre mòduls fotovoltaics no serà inferior a 6mm², serà de coure flexible i aïllat amb doble capa tipus ZZ-F (AS) 1,8 KV 0,6/1KV AC.

Les línies d'enllaç del generador fotovoltaic amb els inversors seran segons UNE 21123. En tot cas, la secció dels conductors del corrent continu serà suficient perquè la caiguda de tensió sigui inferior al 1,5 %. Per tant, en distàncies llargues s'incrementarà la secció.

Per tractar-se d'una instal·lació de corrent continu, els colors normalitzats seran vermell pel pol positiu i negre pel negatiu. Si fossin d'un altre color s'admet un marcat successiu del mateix per facilitar la identificació.

Les connexions entre conductors i els mòduls fotovoltaics es farà mitjançant connectors aeris de goma amb connexió estanca. Es tindrà especial cura en les connexions en ambdós pols i degut a la particularitat del corrent continu, s'asseguraran les connexions, fixant de nou tots els connectors i revisant tots els contactes, a fi i efecte de minimitzar el manteniment per avaries.

Degut al perill que suposa l'acoblament inductiu dels cables, s'instal·laran de manera que ambdós pols, positiu i negatiu, estiguin el més a prop possible, per tal que les bobines d'acoblament inductiu siguin el més petites possible, en previsió de descarregues atmosfèriques. La instal·lació comptarà amb varistors o limitadors de tensió connectats a terra que permetran descarregar les possibles descarregues atmosfèriques.

El cablejat de corrent continu, entre mòduls o entre caixes de connexió de corrent continu i els inversors, transcorre per la coberta i es realitzarà mitjançant canal metàl·lica o tub protector.

Aquestes canalitzacions, de secció apropiada al nombre de conductors segons indicacions del punt 2 de la ITC BT 21, estaran polits per la part interior per evitar que els cables puguin patir algun desperfecte en el seu aïllament.

El cablejat de corrent altern, entre els inversors i el punt de connexió a xarxa, es realitzarà mitjançant tubs i accessoris metàl·lics; quan transcorrin per la superfície seguiran les especificacions del punt 1.2.1 de la ITC BT 21 i quan transcorrin pel passos d'instal·lacions d'acord amb l'establert en el punt 1.2.2. El cablejat serà amb conductor de coure flexible i aïllat amb doble capa tipus RZ1-K(AS) 0.6/1KV XLPE.

4.5 Condicions tècniques de la connexió a la xarxa

S'han previst unes proteccions per la desconexió del Productor d'Energia per connectar-se a la xarxa, de manera que qualsevol variació o anomalia en les condicions de treball imposades per la Companyia Elèctrica permeti la desconexió per no afectar als usuaris de la xarxa. Aquestes proteccions garanteixen la qualitat de la corrent injectada, limitant la tensió nominal i la freqüència dintre dels marges permesos pel RD 1699/2011.

Les seves funcions bàsiques son:

- La desconexió automàtica de la xarxa en cas de defecte de la instal·lació.
- Evitar que el P.R.E. romangui connectat en cas de desconexió de la xarxa.
- Evitar l'alimentació a altres usuaris d'una tensió o freqüència anòmla.
- Permetre el reenganxament automàtic.
- Evitar la desconexió injustificada de la instal·lació.

Les proteccions utilitzades seran:

- Proteccions instal·lades en el quadre d'agrupació d'inversors
 - Protecció magnetotèrmic (una per inversor) que suporti el 130% de la potencia nominal del generador.
 - Protecció diferencial classe A amb una sensibilitat de 300 mA.
- Proteccions instal·lades en el Quadre General de Protecció:
 - Protecció magnetotèrmic que suporti el 130 % de la potencia nominal del sistema.
- Proteccions integrades a l'ondulador:
 - Protecció de mínima tensió, ajust de tensió >0.85 tensió nominal i temporització $<1,5$ seg.
 - Protecció de màxima tensió, ajust de tensió $<1,15$ tensió nominal i temporització $<0,5$ seg.
 - Protecció de màxima tensió, ajust de tensió $<1,1$ tensió nominal i temporització $<1,5$ seg.
 - Protecció de màxima i mínima freqüència, ajust entre 48 i 50.5 Hz amb i temporització de 0,1 a 1 seg.
 - Desconnexió i connexió automàtica en cas de tall de la xarxa.

31

Les característiques tècniques dels elements situats de protecció seran:

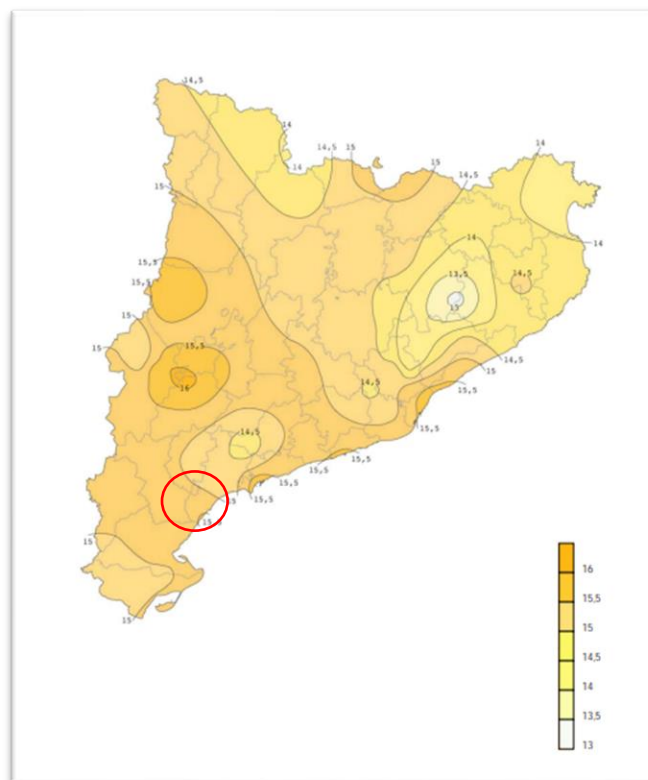
ELEMENTS DE PROTECCIÓ	
Interruptor Magnetotèrmic UNE 20.317	
Protecció	IP20
Tensió nominal	3x230/400 (AC)
Intensitat regulada	80A
Intensitat nominal	80 A
Poder de tall Icc	25kA
Temps de vida	>20.000 actuacions
Nº de contactes	4
Interruptor diferencial classe A UNE 61.008 (IEC 1008)	
Protecció	IP20
Tensió nominal	230V/400V (AC)
Tipus	Classe A
Intensitat nominal	80A
Transformador toroïdal Sensibilitat	0,3-10A

Taula 6: Característiques mínimes dels aparells de protecció elèctrica de l'inversor de 40kW

5. Avaluació energètica

5.1 Dades Radiació Solar

Per l'ajust dels paràmetres dels equips, cal disposar de les dades de temperatures ambient i de radiació de la zona. Tenint en compte que per a aquest tipus d'instal·lació es procura obtenir el màxim de l'energia provinent del sol de forma anual, es consulten les bases de dades d'irradiació mitjana anual.



32

Il·lustració 5: Mapa irradiació global diària, mitjana anual (MJ/m^2), segons Atlas de radiació de Catalunya Edició 2000.

5.1.1 Dades Tèrmiques i de Radiació de la zona

Per l'ajust dels paràmetres dels equips, cal disposar de les dades de temperatures ambient i de radiació de la zona.

Mes	Hh (Wh/m^2)	T_{24h} ($^{\circ}\text{C}$)
Gener	64,83	9,1
Febrer	94,7	11,9
Març	118,66	11,6

Abril	143,69	14,1
Maig	198,46	18,7
Juny	203,64	20,6
Juliol	230,44	24,6
Agost	191,19	24,9
Setembre	147,41	21,5
Octubre	107,65	16,5
Novembre	66,26	13,8
Desembre	57,94	9,5
Mitjana Anual	135,41	16,4

Il·lustració 6: Resum de dades tèrmiques de la zona

- *Hh*: Irradiació en pla horitzontal.
- *T_{24h}*: Temperatura mitja en 24 hores.

5.2 Càlcul de producció energètica

Per fer els càlculs s'ha utilitzat el programa PVGIS (*Photovoltaic Geographical information System*). El qual es capaç de calcular la producció fotovoltaica que generarà tenint en compte la ubicació, inclinació i orientació dels panells.

33

5.3 Resultats

La instal·lació fotovoltaica permetrà una generació de fins a 120.739,52 kWh anuals.

AVALUACIÓ ENERGÈTICA ANUAL DEL SISTEMA FOTOVOLTAIC PROPOSAT	
Potència pic de la instal·lació (kWp)	44.000kWp
Consum anual aproximat dels establiments	250.900kWh
Energia generada per la instal·lació fotovoltaica (kWh/any)	62.007,41kWh
Energia auto-consumida (kWh/any) (estimant 72% d'autoconsum)	44.645,34kWh
Estalvi econòmic per autoconsum (€/any)	13.525,00€
Percentatge d'autoconsum estimat	72%
Energia excedentària (kWh/any)	17.362,07kWh

Taula 7: Avaluació energètica anual del sistema fotovoltaic

S'ha estimat un percentatge d'autoconsum del 72%, contant que al ser una instal·lació compartida es buscarà el màxim aprofitament d'aquesta, associant varis consumidors i s'estima que el consum de tots els associats serà prou elevat com per absorbir la major part de producció fotovoltaica.

Per tenir en compte l'estalvi anual s'ha tingut en compte la producció fotovoltaica produïda anual que es consumeix durant la producció de la mateixa més la venda dels excedents a la companyia elèctrica.

Per realitzar els càlculs s'ha tingut en compte un cost mitjà de l'electricitat en hores fotovoltaics de 0,26 €/kWh i la venda d'excedents a 0,11€/kWh.

Pels càlculs, no s'ha inclòs, en l'amortització, l'estalvi del cost topall del gas RDL10/2022.

6. Estalvi mediambiental

L'estalvi mediambiental serà el producte de tota aquella energia no consumida (estalviada) pel seu corresponent factor d'emissió, el contingut de carboni per cada kWh generat en una font no renovable és de 250 g/kWh.

La instal·lació proposada en aquest projecte genera 62.007,41kWh a l'any, per tant, obtindrem el següent estalvi d'emissions de CO₂:

Producció elèctrica (kWh)	CO ₂ (g)
62.007,41kWh	13.021.556,10g

Taula 8: Estalvi d'emissions CO₂

L'estalvi anual d'emissions de CO₂ és de:

13.021,56Kg

7. Justificació de compliment amb el R.E.B.T

La memòria tècnica ha estat redactada conforme les Normes del vigent Reglament Electrotècnic per Baixa Tensió i instruccions complementaries ITC BT Reial Decret 842/2002 de 2 d'agost del 2002 i fulles d'interpretació adjuntes al reglament.

7.1 Aïllaments

La instal·lació haurà de tenir resistència d'aïllament no inferior 0,5 MOhms, mesurats en relació a terra i entre fases amb els receptors desconnectats (ITC BT 019 punt 2.9). Per la línia general s'utilitzaran conductors de tensió nominal 0,6/1kV. Els conductors aniran canalitzats amb tubs de PVC, acer o canal elèctrica de PVC. El quadre general de control es realitzarà amb caixes de PVC de doble aïllament precintables. Tot el circuit es realitzarà de forma que es garanteixin els aïllaments.

7.2 Protecció contra contactes directes i indirectes

La instal·lació elèctrica projectada es durà a terme de forma que les parts actives estiguin protegides mitjançant tubs, canals protectors o caixes de material aïllant. Tot el conjunt serà inaccessible a un contacte directe.

Les mesures de protecció adoptades per contactes indirectes seran de tall automàtic de l'alimentació, esquema IT (ITC BT 24 punts 4.1.3). Aquestes mesures consisteixen en la posada a terra de les masses i dispositius de tall per derivació de corrent de defecte a terra. Aquest darrer dispositiu consisteix en un interruptor diferencial classe A que provoqui l'obertura automàtica de la instal·lació quan la suma vectorial de les intensitats mesurades assoleixi un valor predeterminat.

La sensibilitat d'aquests dispositius haurà d'acomplir la següent relació:

$$R \leq U/IA$$

On:

- U : és la tensió de contacte suposada 50 V o 24 V (Taula 41A norma UNE 20460-4-41), el temps de desconexió màxim es de 5 segons.
- R : és la resistència a terra en Ohms.
- IA : és la sensibilitat en Ampers de l'interruptor.

Considerant el cas més desfavorable (local humit) amb una resistència a terra no superior a 37 Ohms (ITC BT 23 punt 4.1 C):

$$R \leq \frac{U}{IA} \rightarrow IA \leq \frac{24}{37} \rightarrow IS \leq 650mA$$

Es podrien emprar dispositius amb $IS \leq 650 \text{ mA}$, s'utilitzaran però interruptors diferencials classe A

amb IS= 300 mA per les característiques de la instal·lació.

7.3 Connexió a terra

La instal·lació es portarà a terme segons les instruccions ITC BT 18 del Reglament.

La connexió a terra consta de les parts següents:

- Preses de terra
- Conductors de terra
- Borns de connexió a terra
- Conductors de protecció

Es connectarà la instal·lació fotovoltaica a la presa de terra existent de l'edifici de l'escola. Si un cop connectada la instal·lació, la mesura d'aquesta no fos òptima, es disposarà a un lloc adequat proper a la CPM, una presa de terra composta per una pica de coure clavada verticalment, amb una longitud de 1,5m, i un diàmetre mínim de 14mm. Es disposarà d'un dispositiu de connexió per prendre mesures de la resistència a terra. La secció de la línia serà de 35mm².

S'assegurarà que no es produeixin transferències de defectes a la xarxa de distribució mantenint una distància mínima de 15m de qualsevol CT (Centre de transformació) segons ITC BT 18 punt 10.

7.4 Resum de proteccions

37

INVERSOR

- Interruptor de interconnexió intern per a la desconexió automàtica.
- Protecció interna de màxima i mínima freqüència (48 >3s – 51 Hz-0,5s).
- Protecció interna de màxima i mínima tensió ($0,85 \times V_n - 1,5s$ / $1,1 \times V_n - 1,5s$ / $1,15 \times V_n - 0,2s$).
- Relé de bloqueig de proteccions. Aquest relé serà activat per les proteccions de màxima i mínima tensió i de màxima i mínima freqüència. Amb possibilitat de rearmament automàtic en els tres minuts de la normalització.
- Transformador de separació galvànica entre la corrent continua i la xarxa.
- Relé vigilant d'aïllament a terra en la part de continua.

QUADRE DE DISTRIBUCIÓ

- Relé diferencial classe A d'alta sensibilitat 300 mA.
- Relés directes de sobre-intensitat magneto tèrmics.
- La disposició mecànica dels elements del quadre de distribució permetrà el precintat de l'ajust dels relés. En el cas dels inversors, aquests disposaran d'una certificació del fabricant d'acord als criteris de connexió de la companyia elèctrica distribuïdora.

8. Aplicació del Reial Decret 1699/2011 a l'Inversor

L'inversor proposat (HUAWEI SUN2000-40KTL-M1) està certificat per a les condicions establertes pel RD 1699/2011. En el cas que en l'execució de l'obra s'instal·li un model equivalent, hauran de disposar de totes les certificacions que els hi siguin d'aplicació.

8.1 Harmònics i compatibilitat electromagnètica

La instal·lació complirà amb el RD 1699/2011 sobre harmònics i compatibilitat electromagnètica sobre instal·lacions fotovoltaïques connectades a xarxa. Els harmònics que puguin ser generats per l'inversor estaran dins dels límits establerts en la guia sobre qualitat d'ona a les xarxes elèctriques d'UNESA d'acord amb la norma CEI 1000-3-2.

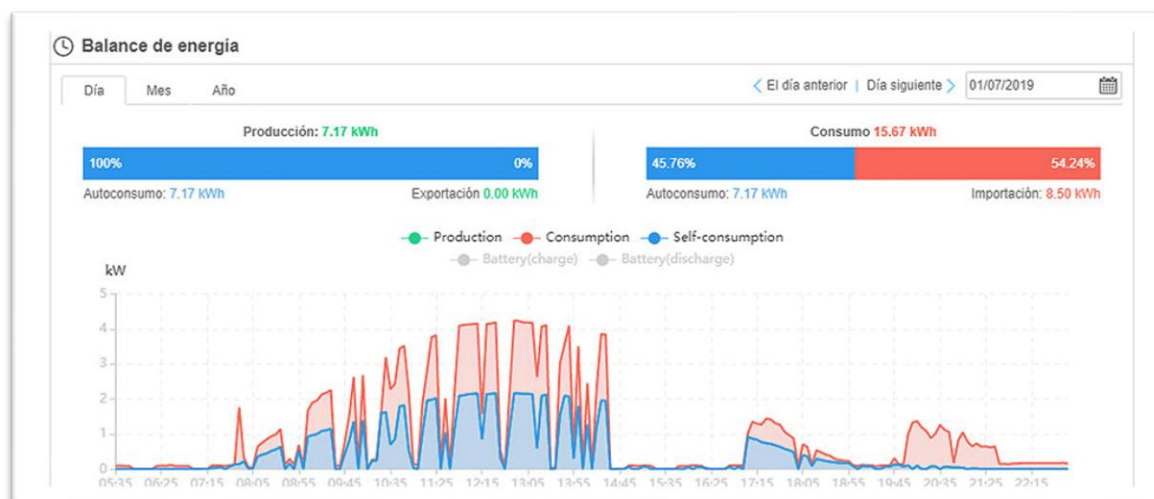
8.2 Factor de potència

El factor de potencia de la instal·lació serà superior al 0,99.

8.3 Sistema de gestió avançat d'energia

El sistema de monitorització permet visualitzar els principals paràmetres de la instal·lació a través d'una plataforma web accessible i a través d'una aplicació mòbil. Es proposa com a solució la plataforma integrada en el mateix sistema de gestió de l'inversor, HUAWEI FusionSolar, per tal de monitoritzar la instal·lació i optimitzar l'autoconsum a través del portal en línia gratuït del mateix fabricant.

Adicionalment, caldrà integrar aquest sistema amb el sistema de gestió municipal. Es disposarà, per tant, de tots els equips necessaris per a aquesta integració, inclòs l'autòmat de control programable i accessible des de web i aplicació mòbil, els mòduls d'expansió requerits, les fonts d'alimentació, el filtre de sobretensions, la targeta SD i totes les connexions necessàries.



II-lustració 7: Exemple visualització FusionSolar de HUAWEI

9. Posada en servei

La posada en servei de la instal·lació contemplarà com a mínim el següent procés:

- Funcionament i posada en marxa de tots els sistemes.
- Comprovació de polaritat de les series. Mesures de Voc, Vmp, Imp per cada sèrie.
- 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.
- Es donarà per finalitzada la posada en servei de la instal·lació quan tots els elements que formen part del subministrament funcionin correctament durant un mínim de 240 hores seguides, sense interrupcions o parades causades per fallades o errors del sistema subministrat.
- Es rebrà la instal·lació un cop finalitzada la posada en servei d'aquesta.
- Lliurament de tota la documentació requerida per la direcció General d'Energia i Mines de la Generalitat de Catalunya segons el DECRET 352/2001 i 147/2009 .
- Retirada d'obra de tot el material sobrant.
- Neteja de les zones ocupades, amb transport de tots els residus a abocador.
- Durant aquest període el subministrador serà l'únic responsable de l'operació dels sistemes subministrats, si be haurà ensinistrar al personal d'operació.

Tots els elements subministrats, així com la instal·lació en el seu conjunt, estaran protegits davant defectes de fabricació , instal·lació o disseny per una garantia de tres anys, excepte per:

- Mòduls fotovoltaics, per als quals la garantia mínima serà de 12 anys comptats a partir de la data de la signatura de l'acta de recepció.
- Inversors fotovoltaics, per als quals la garantia mínima serà de 5 anys comptats a partir de la data de la signatura de l'acta de recepció.

No obstant això, l'instal·lador quedarà obligat a la reparació dels errors 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, s'ha d'atenir al que estableix la legislació vigent quant a vicis ocults .

10. Manteniment i operació de la instal·lació

Les accions de manteniment i d'operació sobre la instal·lació hauran de ser realitzades per instal·ladors de Baixa Tensió de categoria especialista degudament acreditats. El manteniment sobre la instal·lació fotovoltaica haurà d'incloure un manteniment preventiu consistent en:

- Neteja dels mòduls fotovoltaics. Una neteja mínima anual dels mòduls fotovoltaics emprant aigua i detergent no abrasiu.
- Verificació de l'estructura de suport. Revisió de danys en l'estructura de suport i el seu ancoratge correcte a la superfície base i dels mòduls fotovoltaics a l'estructura de suport.
- Verificació de l'estat dels mòduls. Comprovació de l'estat dels vidres dels mòduls. Revisió de danys produïts per l'acció d'agents ambientals, oxidació, etc. Verificació de l'estat de les connexions i terminals. Mesura dels paràmetres de voltatge i intensitat (Voc, Vmpp, Icc, Imp) dels diferents subcamps i camps fotovoltaics. Mesura de la resistència de derivació a terra de l'estructura de suport, les plaques fotovoltaïques i les piques de terra.
- Comprovació de l'estat dels onduladors. Detecció d'errors al display de senyalització. Comprovació del funcionament general de l'ondulador. Detecció de tensió i mesura d'intensitat al costat de CC i CA. Verificació de l'estat de les connexions i rendiments instantanis. Mesura de la resistència de derivació a terra del cablejat CC de l'ondulador.
- Comprovació de l'estat del sistema de monitorització. Detecció d'errors en el display de senyalització. Comprovació del funcionament general del mòdul d'adquisició de dades: detecció d'equips, codis d'error, etc. Funcionament general de les sondes (temp. ambient, temp. cèl·lula, Radiació solar).
- Verificació del cablejat i els terminals. Estat mecànic del cablejat de la instal·lació i les posades a terra de les instal·lacions fotovoltaïques.
- Comprovació dels elements de protecció. Estat de cada element de protecció: diferencials, magnetotèrmics, fusibles de continua, commutadores, relés, etc.

41

Després de cada visita s'haurà de realitzar un informe de manteniment que quedarà arxivat conjuntament a la documentació de l'obra. S'haurà de disposar en un lloc net, segur, no accessible al públic. Aquest arxiu estarà compostat per:

- Manuals d'instal·lació dels equips.
- Manuals d'usuaris dels equips.
- Garanties dels equips.
- Projecte as-built de la instal·lació.
- Certificats dels equips.
- Protocol de posada en servei de la instal·lació.
- Protocol de manteniment preventiu
- Protocol de comunicació de la instal·lació.
- Llista de contactes dels principals actors de la instal·lació (instal·ladora, propietat, manteniment, etc...).
- Llibre d'incidències i manteniments.

La instal·lació també haurà de disposar d'un llibre d'incidències on quedin registrades totes les actuacions i anomalies que es presentin en aquesta durant la seva operació.

Tant els informes dels manteniments preventius com els dels correctius s'hauran de guardar conjuntament amb el llibre d'incidències.

11. Pressupost d'execució material

A continuació es detalla el resum de pressupost d'execució material i per contracta de l'obra projectada.

CONCEPTE	IMPORT
1.1. Mòdul Fotovoltaic JA SOLAR JAM72S30 550Wp	23.208,00€
1.2. Estructura Suport	5.709,60€
1.3. Inversor SUN2000-40KTL-M3	6.966,20€
1.4. Proteccions Corrent Continua (CC)	1.142,44€
1.5. Proteccions Corrent Alterna (CA)	1.275,92€
1.6. Cablejat corrent continua	4.081,00€
1.7. Cablejat corrent alterna	294,50€
1.8. Connexió presa a terra	1.125,15€
1.9. Instal·lació comptador autoconsum elèctric col·lectiu	1.521,48€
1.10. Monitorització i posada en marxa	1.250,00€
2.1. Grua	600,00
3.1. Despeses de gestió punt de connexió	3.500,00€
4.1. Projecte executiu	1.845,00€
4.2. Legalització	2.644,48€
4.3. Direcció d'obra	1.072,56€
4.4. Seguretat i Salut	1.075,50€
TOTAL	57.311,83€
13% Despeses generals Sobre 57.311,83€	7.450,54€
6% Benefici industrial Sobre 57.311,83€	3.438,71€
SUBTOTAL	68.201,08€
TOTAL (IVA exclòs)	68.201,08€
21% IVA	14.322,23€
TOTAL (IVA inclòs)	82.523,31€

43

Taula 9: Pressupost execució obres

Puja el pressupost d'execució per contracta a l'expressada quantitat de VUITANTA DOS MIL CINC CENTS VINT-I-TRES AMB TRENTA-UN CÈNTIMS.

12. Terminis realització instal·lació

S'adjunta en diagrama de barres indicatiu el desenvolupament de l'obra en les fases que la constitueixen.

	Setmana 1	Setmana 2	Setmana 3	Setmana 4	Setmana 5	Setmana 6
Muntatge estructura						
Muntatge inversors						
Instal·lació elèctrica						
Muntatge panells solars						
Comprovacions i posada en marxa						
Legalització i recepció obra						

Taula 10: Diagrama barres fases de les obres

13. Anàlisis econòmic

13.1 Estalvi simple

ESTALVI ECONÒMIC ASSOCIAT A L'APORTACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA GENERADORA EN AUTOCONSUM	
Energia aprofitada (%)	72%
Energia Excedentària (%)	28%
ESTALVI ECONÒMIC ANUAL	13.525,00€

Taula 11: Estalvi econòmic instal·lació

13.2 Anàlisis econòmic i financer de la instal·lació

Una vegada simulats tècnicament els diferents models proposats, s'ha procedit a avaluar-ne el comportament econòmic. Per tal de poder-ho realitzar amb la màxima precisió possible s'han considerats els següents factors:

- Depreciació anual (pèrdua de rendiment del mòdul fotovoltaic) : 0,5 %
- Increment anual del preu la llum: 2%
- Increment anual IPC: 1,82%
- Manteniment anual: 650 €
- Pressupost de la instal·lació: 68.201,08€ IVA exclòs
- Vida útil de la instal·lació: 25 anys

14. Ordre de prioritat dels diferents documents bàsics

Davant de possibles discrepàncies entre documents, l'ordre de prioritat dels mateixos serà:

1. Plànols
2. Amidaments
3. Memòria

Davant la manca d'alguna informació o detall en algun dels documents, prevaldrà el document que contempli l'aspecte deficient a la resta. En cas de conflicte entre esquemes hidràulics i plànols, pre-valdrà la informació continguda en els esquemes elèctrics.

15. Conclusions

En base al compliment de les prescripcions establertes en el present document considero vàlida la instal·lació dels equips, i favorable la seva instal·lació d'acord amb la normativa vigent, per la instal·lació temporal per la qual és d'aplicació.

Ivorra, desembre de 2022

L'ENGINYER TÈCNIC INDUSTRIAL

EDGAR BARÓ RIUS
Núm. Col·legiat: 26.954 del Col·legi Oficial d'Enginyers
Tècnics Industrials de Catalunya.

47

ANNEX 1. CÀLCULS

PLANTA FOTOVOLTAICA DE 40kW NOMINALS EN MODALITAT DE CONSUM COL·LECTIU
PER A L'AJUNTAMENT DE TIVISSA

Redactat per

- Edgar Baró Rius
- Enginyer Tècnic Industrial Col. 26.954

49

ANNEX 1. CÀLCULS JUSTIFICATIUS

ÍNDEx Annex 1. Càlculs justificatius

1.	Càlculs dels circuits elèctrics	51
1.1	Bases de càlcul	51
1.1.1	Secció de les línies.....	51
1.1.2	Càlcul de les proteccions.....	55
1.1.3	Càlcul de la posada a terra.....	58
2.	Resultats càlculs	59
2.1	Secció conductors corrent continua	61
2.2.	Secció conductors corrent alterna	61

1. Càlculs dels circuits elèctrics

1.1 Bases de càlcul

1.1.1 Secció de les línies

La determinació reglamentària de la secció d'un cable consisteix en calcular la secció mínima normalitzada que satisfà simultàniament les tres condicions següents:

1. Criteri de la intensitat màxima admissible o d'escalfament:
La temperatura del conductor del cable, treballant a plena càrrega i en règim permanent, no ha de superar en cap moment la temperatura màxima admissible assignada dels materials que s'utilitzen per a l'aïllament del cable. Aquesta temperatura s'especifica en les normes particulars dels cables i és de 70°C per a cables amb aïllaments termoplàstics i de 90°C per a cables amb aïllaments termoestables.
2. Criteri de la caiguda de tensió:
La circulació de corrent a través dels conductors ocasiona una pèrdua de potència transportada pel cable i una caiguda de tensió o diferència entre les tensions en l'origen i extrem de la canalització. Aquesta caiguda de tensió ha de ser inferior als límits marcats pel Reglament en cada part de la instal·lació, amb l'objecte de garantir el funcionament dels receptors alimentats pel cable.
3. Criteri per a la intensitat de curtcircuit:
La temperatura que pot arribar a el conductor del cable, com a conseqüència d'un curtcircuit o sobreintensitat de curta durada, no ha de sobrepassar la temperatura màxima admissible de curta durada (per menys de 5 segons) assignada als materials utilitzats per a l'aïllament del cable. Aquesta temperatura s'especifica en les normes particulars dels cables i és de 160°C per a cables amb aïllament termoplàstics i de 250°C per a cables amb aïllaments termoestables.

51

1.1.1.1 Secció per intensitat màxima admissible o escalfament

En el càlcul de les instal·lacions s'ha comprovat que les intensitats de càlcul de les línies són inferiors a les intensitats màximes admissibles dels conductors segons la norma UNE-HD 60364-5-52, tenint en compte els factors de correcció segons el tipus d'instal·lació i les seves condicions particulars.

$$I_c < I_z$$

- Intensitat de càlcul en servei monofàsic

$$I_c = \frac{P_c}{U_f \cos \theta}$$

- Intensitat de càlcul en servei trifàsic

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} U_l \cos \theta}$$

On:

I_c : Intensitat del càlcul del circuit (A)

I_l : Intensitat màxima admissible del conductor, en les condicions d'instal·lació (A)

$\cos \theta$: Factor de potència

P_c : Potència de càlcul (W)

U_f : Tensió simple (V)

U_l : Tensió composta (V)

1.1.1.2 Secció per caiguda de tensió

D'acord a les instruccions ITC-BT-14, ITC-BT-15 i ITC-BT-19 del REBT es verifiquen les següents condicions:

52

En les instal·lacions d'enllaç → La caiguda de tensió no ha de superar els següents valors:

- En el cas de comptadors concentrats en un únic lloc:
 - Línia general d'alimentació: 0,5%
 - Derivacions individuals: 1,0%
- En el cas de comptadors concentrats en més d'un lloc:
 - Línia general d'alimentació: 1,0%
 - Derivacions individuals: 0,5%

Per a qualsevol circuit interior d'habitatges → La caiguda de tensió no ha de superar el 3% de la tensió nominal.

Per a la resta de circuits interiors → La caiguda de tensió límit és de:

- Circuits d'enllumenat: 3,0%
- Resta de circuits: 5,0%

Per a receptors monofàsics → La caiguda de tensió ve donada per:

$$\Delta U = 2 \cdot L \cdot I_c \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Per a receptors trifàsics → La caiguda de tensió ve donada per:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_c \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

On:

L : Longitud de cable (m)

X : Reactància del cable (W/Km). Es considera menyspreable fins a un valor de secció del cable de 120mm². A partir d'aquesta secció es considera un valor per a la reactància de 0,08 W/km.

R : Resistència del cable (W/Km). Ve donada per:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

On:

ρ : Resistivitat del material (Wmm²/m)

S : Secció en mm²

Es comprova la caiguda de tensió a la temperatura prevista de servei del conductor, sent aquesta de:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I_C}{I_Z}\right)^2$$

On:

T : Temperatura real estimada en el conductor (°C)

T_0 : Temperatura ambient per al conductor (40°C per a cables a l'aire i 25°C per a cables soterrats)

T_{max} : Temperatura màxima admissible del conductor segons el seu tipus d'aïllament (90°C per a conductors amb aïllaments termoestables i 70°C per a conductors amb aïllaments termoplàstics, segons la taula 2 de la instrucció ITC-BT-07).

53

Amb això, la resistivitat a la temperatura prevista de servei del conductor és de:

$$\rho_T = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (t - 20)]$$

- Per al coure

$$\alpha = 0.00393^{\circ}\text{C}^{-1} \quad ; \quad \rho_{20} = \frac{1}{56} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

- Per a l'alumini

$$\alpha = 0.00403^{\circ}\text{C}^{-1} \quad ; \quad \rho_{20} = \frac{1}{35} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

1.1.1.3 Secció per intensitat de curtcircuit

Es calculen les intensitats de curtcircuit màximes i mínimes, tant en capçalera ' I_{ccc} ' com en peus ' I_{ccp} ', de cadascuna de les línies que componen la instal·lació elèctrica, tenint en compte que la màxima

intensitat de curtcircuit s'estableix per a un curtcircuit entre fases, i la mínima intensitat de curtcircuit per a un curtcircuit fase-neutre.

- Entre Fases

$$I_{cc} = \frac{U_I}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

- Fase i Neutre

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

On:

I_{cc} : Intensitat de curtcircuit (kA)

Z_t : Impedència total en el punt de curtcircuit (mW)

U_f : Tensió simple (V)

U_i : Tensió composta (V)

La impedència total en el punt de curtcircuit s'obté a partir de la resistència total i de la reactància total dels elements de la xarxa aigües amunt del punt de curtcircuit:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

54

On:

R_t : Resistència total en el punt de curtcircuit

X_t : Radiància total en el punt de curtcircuit

La impedència total en capçalera s'ha calculat tenint en compte la ubicació del transformador i de l'escomesa.

En el cas de partir d'un transformador es calcula la resistència i reactància del transformador aplicant la formulació següent:

$$R_{cc,T} = \frac{\varepsilon R_{cc,T} \cdot U_I^2}{S_n}$$

$$X_{cc,T} = \frac{\varepsilon X_{cc,T} \cdot U_I^2}{S_n}$$

On:

$R_{cc,T}$: Resistència de curtcircuit del transformador (mW)

$X_{cc,T}$: Reactància de curtcircuit del transformador (mW)

$\varepsilon R_{cc,T}$: Tensió resistiva de curtcircuit del transformador
 $\varepsilon X_{cc,T}$: Tensió reactiva de curtcircuit del transformador
 S_n : Potència aparent del transformador (kVA)

En el cas d'introduir la intensitat de curtcircuit en capçalera, s'estima la resistència i reactància de l'escomesa aigüa lleixes dalt que generi la intensitat de curtcircuit indicada.

1.1.2 Càlcul de les proteccions

1.1.2.1 Fusibles

Els fusibles protegeixen als conductors enfront de sobrecàrregues i curtcircuits.

Es comprova que la protecció enfront de sobrecàrregues compleix que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

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

On:

I_B : Intensitat que circula pel circuit (A)

I_z : Intensitat màxima admissible del conductor, en les condicions d'instal·lació (A)

I_n : Intensitat nominal del dispositiu de protecció (A)

I_2 : Intensitat de funcionament de la protecció (A). En el cas dels fusibles de tipus gG es pren igual a 1,45 vegades la intensitat nominal del fusible.

55

Enfront de curtcircuit es verifica que els fusibles compleixen que:

- El poder de tall del fusible " I_{cu} " és major que la màxima intensitat de curtcircuit que pot presentar-se.
- Qualsevol intensitat de curtcircuit que pot presentar-se s'ha d'interrompre en un temps inferior al que provocaria que el conductor arribés a la seva temperatura límit (160°C per a cables amb aïllaments termoplàstics i 250°C per a cables amb aïllaments termoestables), comprovant-se que:

$$I_{cc,5s} > I_f$$

$$I_{cc} > I_f$$

On:

I_{cc} : Intensitat de curtcircuit en la línia que protegeix el fusible (A)

I_f : Intensitat de fusió del fusible en 5 segons (A)

I_{cc5s} : Intensitat de curtcircuit en el cable durant el temps màxim de 5 segons, en A. Es calcula mitjançant l'expressió:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

On:

S : Secció del conductor (mm²)

t : Temps de durada del curtcircuit (s)

k : Constant que depèn del material i aïllament del conductor

Material Conductor	PVC ≤ 300mm ²	EPR/XLPE
Coure	115	143
Alumini	76	94

Taula 12: Valors de k per als diferents conductors

La longitud màxima de cable protegida per un fusible enfront de curtcircuit es calcula com segueix:

$$L_{max} = \frac{U_f}{I_f \cdot \sqrt{(R_f + R_n)^2 + (X_f + X_n)^2}}$$

On:

R_f : Resistència del conductor de fase (W/km)

R_n : Resistència del conductor de neutre (W/km)

X_f : Reactància del conductor de fase (W/km)

X_n : Reactància del conductor de fase (W/km)

56

1.1.2.2 Interruptors automàtics

Igual que els fusibles, els interruptors automàtics protegeixen enfront de sobrecàrregues i curtcircuit.

Es comprova que la protecció enfront de sobrecàrregues compleix que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

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

On:

I_B : Intensitat que circula pel circuit (A)

I_z : Intensitat de funcionament de la protecció (A). En aquest cas, es pren igual a 1,45 vegades la intensitat nominal de l'interruptor automàtic.

Enfront de curtcircuit es verifica que els interruptors automàtics compleixen que:

- El poder de tall de l'interruptor automàtic “ I_{cu} ” és major que la màxima intensitat de curtcircuit que pot presentar-se en capçalera del circuit.
- La intensitat de curtcircuit mínima en peus del circuit és superior a la intensitat de regulació del tir electromagnètic ' I_{mag} ' de l'interruptor automàtic segons el seu tipus de corba.

	I_{mag}
Corba B	$5 \times I_n$
Corba C	$10 \times I_n$
Corba D	$20 \times I_n$

Taula 13: Intensitat curtcircuit segons tipus de corba

- El temps d'actuació de l'interruptor automàtic és inferior al que provocaria danys en el conductor per assolir-se en aquest la temperatura màxima admissible segons el seu tipus d'aïllament. Per a això, es comparen els valors d'energia específica passant ($I^2 \cdot t$) durant la durada del curtcircuit, expressats en $A^2 \cdot s$, que permet passar l'interruptor, i la qual admet el conductor.

Per a aquesta última comprovació es calcula el temps màxim en el qual hauria d'actuar la protecció en cas de produir-se el curtcircuit, tant per a la intensitat de curtcircuit màxima en capçalera de línia com per a la intensitat de curtcircuit mínima en peus de línia, segons l'expressió ja reflectida anteriorment:

$$t = \frac{k^2 S^2}{I_{cc}^2}$$

- Els interruptors automàtics tallen en un temps inferior a 0,1 s, segons la norma UNE 60898, per la qual cosa si el temps anteriorment calculat estigués per sobre d'aquest valor, el disparament de l'interruptor automàtic quedaria garantit per a qualsevol intensitat de curtcircuit que es produís al llarg del cable. En cas contrari, es comprova la corba i^2t de l'interruptor, de manera que el valor de l'energia específica passant de l'interruptor sigui inferior a l'energia específica passant admissible pel cable.

$$I^2 \cdot t_{interruptor} \leq I^2 \cdot t_{cable}$$

$$I^2 \cdot t_{cable} = k^2 S^2$$

1.1.2.3 Limitadors de sobretenió

Segons ITC-BT-23, les instal·lacions interiors s'han de protegir contra sobretenions transitòries sempre que la instal·lació no estigui alimentada per una xarxa de distribució subterrània en la seva totalitat, és a dir, tota instal·lació que sigui alimentada per algun tram de línia de distribució aèria sense pantalla metàl·lica unida a terra en els seus extrems haurà de protegir-se contra sobretenions.

Els limitadors de sobretensió seran de classe C (tipus II) en els quadres i, en el cas que l'edifici disposi de parallamps, s'afegiran limitadors de sobretensió de classe B (tipus I) en la centralització de comptadors.

1.1.2.4 Protecció contra sobretensions permanents

La protecció contra sobretensions permanents requereix un sistema de protecció diferent de l'emprat en les sobretensions transitòries. En comptes de derivar a terra per evitar l'excés de tensió, es necessita desconectar la instal·lació de la xarxa elèctrica per evitar que la sobretensió arribi als equips.

L'ús de la protecció contra aquest tipus de sobretensions és indispensable en àrees on es puguin produir talls continus en el subministrament d'electricitat o on existeixin fluctuacions del valor de tensió subministrada per la companyia elèctrica.

En àrees on es puguin produir talls continus en el subministrament d'electricitat o on existeixin fluctuacions del valor de tensió subministrada per la companyia elèctrica la instal·lació es protegirà contra sobretensions permanents, segons s'indica a l'article 16.3 del REBT.

La protecció consisteix en una bobina associada a l'interruptor automàtic que controla la tensió de la instal·lació i que, en cas de sobretensió permanent, provoca el disparament de l'interruptor associat.

1.1.3 Càlcul de la posada a terra

58

1.1.3.1 Disseny del sistema de posada a terra

Xarxa de presa de terra per a estructura de formigó composta per 97m de cable conductor de coure nu recuit de 35mm² de secció per a la línia principal de presa de terra de l'edifici, soterrat a una profunditat mínima de 80 cm i 8 m de cable conductor de coure nu recuit de 35 mm² de secció per a la línia d'enllaç de presa de terra dels pilars a connectar.

1.1.3.2 Interruptors diferencials

Els interruptors diferencials protegeixen enfront de contactes directes i indirectes i han de complir els dos requisits següents:

- Ha d'actuar correctament per al valor de la intensitat de defecte calculada, de manera que la sensibilitat 'S' assignada al diferencial compleixi:

$$S \leq \frac{U_{seg}}{R_T}$$

On:

U_{seg} : Tensió de seguretat (V). D'acord a la instrucció ITC-BT-18 del reglament REBT la tensió de seguretat és de 24V per als locals humits i habitatges i 50V per a la resta.

R_T : Resistència de posada a terra (ohm). Aquest valor ha de ser inferior a 15 ohm per a edificis amb parallamps i a 37 ohm en edificis sense parallamps, d'acord amb GUIA-BT-26.

- Ha de desconnectar en un temps compatible amb l'exigit per les corbes de seguretat.

D'altra banda, la sensibilitat de l'interruptor diferencial ha de permetre la circulació de la intensitat de fugides de la instal·lació deguda a les capacitats paràsites dels cables. Així, la intensitat de no dispar del diferencial ha de tenir un valor superior a la intensitat de fugides en el punt d'instal·lació. La norma indica com intensitat mínima de no dispar la meitat de la sensibilitat.

2. Resultats càlculs

Per realitzar el càlcul de les xarxes partirem de les fórmules anteriors, així com de la potència i de la tensió de cada una de les series (*strings*) conformats per:

- 2x *String* de 18 mòduls de 550W
- 2x *String* de 22 mòduls de 550W

Per tant:

DADES DE LA INSTAL·LACIÓ	QUANTITAT
Número de panells totals	80
Potència pic (W)	550Wp
Potència total instal·lada (W)	44.000Wp
Potència pic total instal·lada (kWp)	44,00kWp

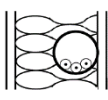
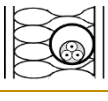
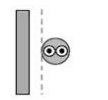
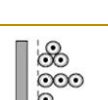
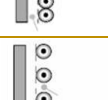
Taula 14: Dades de potència de la instal·lació

VALORS CARACTERÍSTICS <i>STRINGS</i>	QUANTITAT
Número de panells per <i>string</i>	18 i 22
Número de <i>strings</i>	4
Número total de panells	80
Potència instal·lada (W)	
Potència total per <i>string</i> de 18 mòduls (W)	9.900W
Potència TOTAL <i>strings</i> de 18 mòduls (W)	19.800W
Potència total per <i>string</i> de 22 mòduls (W)	12.100W
Potència TOTAL <i>strings</i> de 22 mòduls (W)	24.200W
Potència TOTAL instal·lada (W)	44.000W
Tensió instal·lada (V)	
Tensió total per <i>string</i> de 18 mòduls (V)	755,28V
Tensió total per <i>string</i> de 22 mòduls (V)	923,12V
Intensitat per <i>string</i> (A)	13,11A

Taula 15: Dades característics dels *strings*

Les intensitats màximes admissibles, es regiran per l'indicat a la norma UNE 20.460-5-523 i el seu annex nacional.

A la taula següent (taula 14) s'indiquen les intensitats admissibles per una temperatura ambient de l'aire de 40°C i per a diferents mètodes d'instal·lació, agrupaments i tipus de cablejat. Per altres temperatures, mètodes d'instal·lació, agrupaments i tipus de cable, així com per conductors enterrats s'ha de seguir la norma UNE 20.460-5-523.

A1		Conductors aïllats en tubs encastats en parets aïllants		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A2		Cables multi-conductors en tubs encastats en parets aïllants	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B1		Conductors aïllats en tubs ⁽²⁾ en muntatges superficials o encastats en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR			
B2		Cables multi-conductors tubs ⁽²⁾ en muntatges superficials o encastats en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multi-conductors directament sobre la paret ⁽³⁾					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR		
E		Cables multi-conductors a l'aire lliure ⁽⁴⁾ . Distància a la paret no inferior a D ⁽⁵⁾						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolars en contacte mutu ⁽⁴⁾ . Distància a la paret no inferior a D ⁽⁵⁾							3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR
G		Cables unipolars separats mínim D ⁽⁵⁾	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
COURE		S (mm²)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
		35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
		50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
		70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
		95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
		120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
		150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
		185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
		240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590

Taula 16: Intensitats màximes admissibles per tipologia de cable segons UNE 20.460-5-523.
(Elaboració pròpia)

- (1): A partir de 25mm² de secció
- (2): Incloent canals per instal·lacions, canaletes, i conductes de secció no circular.
- (3): O en bandeja no perforada
- (4): O en bandeja perforada
- (5): D és el diàmetre del cable
- (6): Veure UNE 20460-5-523

2.1 Secció conductors corrent continua

Amb la utilització d'un **cablejat de secció 6mm²**, es compleixen els requisits de la normativa. A la taula 14 podem observar com el valor de la intensitat de la secció de 6mm² seria de 46A, superior a la intensitat de curtcircuit dels mòduls, per tant es complirà que:

$$46A > 14,00A$$

2.2. Secció conductors corrent alterna

61

S'han escollit conductors de **4x25+TTx16mm²Cu 0.6/1 kV, XLPE+Pol** - *No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida* -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 100 A. según ITC-BT-19, tal i com podem observar a la taula 14, ja que per aquesta secció del conductor, la intensitat màxima admissible és superior a la d'operació de la instal·lació. Diàmetre exterior tub: 50 mm.

$$25A < 95A$$

Ivorra, desembre de 2022

L'ENGINYER TÈCNIC INDUSTRIAL

EDGAR BARÓ RIUS
Núm. Col·legiat: 26.954 del Col·legi Oficial d'Enginyers
Tècnics Industrials de Catalunya.

ANNEX 2. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

PLANTA FOTOVOLTAICA DE 40kW NOMINALS EN MODALITAT DE CONSUM COL·LECTIU
PER A L'AJUNTAMENT DE TIVISSA

Redactat per

- Edgar Baró Rius
- Enginyer Tècnic Industrial Col. 26.954

63

ANNEX 2. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

ÍNDEx Annex 2. Estudi bàsic de seguretat i salut

1.	Objectiu	65
2.	Rellevància.....	65
	2.3 Variacions de l'E.B.S.S.	66
3.	Memòria.....	66
	3.1 Dades generals.....	66
	3.1.1 Anàlisi dels riscos	67
	3.1.2 Mesures preventives.....	70
	3.1.3 Sistema d'atenció mèdica més propera.....	75
	3.1.4 Formació personal	76
	3.1.5 Normativa aplicable Seguretat i Salut.....	76
	3.1.6 Proteccions personals	77
	3.1.7 Proteccions col·lectives.....	77

1. Objectiu

El present estudi de Seguretat i Salut Laboral té com a objectiu establir les directrius generals encaminades a disminuir, tot el possible, els riscos d'accidents laborals i malalties professionals, així com la minimització de les conseqüències dels accidents que es produeixin, mitjançant la planificació de la medicina assistencial i de primers auxilis durant l'execució dels treballs.

Aquest estudi ha estat redactat per complir el Real Decret 1627/97, del 24 d'octubre, que estableix tant els criteris de planificació, control i desenvolupament dels mitjans com les mesures de seguretat i higiene que s'han de tenir en compte en l'execució de projectes de construcció.

En base a l'article número 7 del citat RD, el contractista a d'elaborar un Pla de Seguretat i Salut en el treball on s'analitzaran, estudiaran, desenvoluparan i complementaran les previsions incloses en aquest document en funció del seu propi sistema d'execució d'obra.

2. Rellevància

Les mesures contemplades en aquest estudi engloben a tots els treballadors de la instal·lació/obra i aplica la obligació del seu compliment a totes les persones de les diferents organitzacions que intervinguin en l'execució d'aquests.

Aquest pla de seguretat i salut ha de ser aprovat abans de l'inici de l'obra o pel Coordinador de Seguretat i Salut durant l'execució de l'obra o per la Direcció Facultativa.

A cada centre de treball a d'haver-hi un llibre d'incidències per poder fer el seguiment del pla. Qualsevol anotació realitzada en aquest llibre s'haurà de posar en coneixement de la inspecció de treball i seguretat social en un termini de 24 hores.

Segons l'article 15 del RD, els contractistes i/o sub contractistes hauran de garantir que tots els treballadors rebin la informació adient de totes les mesures de seguretat i salt de l'obra abans de que iniciï.

Abans de l'inici dels treballs, tal i com diu l'annex III del RD, el promotor haurà d'avisar a l'autoritat laboral competent, aquesta comunicació d'apertura del centre de treball a l'autoritat laboral competent haurà d'incloure el Pla de Seguretat i Salut.

Si el coordinador de seguretat i salut o qualsevol integrant de la direcció facultativa observa un risc greu imminent durant l'execució de l'obra per la seguretat dels treballadors, podrà detenir la obra tant parcial com totalment, comunicant-ho sempre a la inspecció de Treball i Seguretat Social, al contractista i representants dels treballadors. Segons l'article 11, la responsabilitat dels coordinadors de seguretat i salut, de la direcció facultativa i del promotor no eximeixen de responsabilitats als contractistes i sub contractistes.

L'empresa responsable de les obres a de tenir treballadors qualificats i formats, segons recull el conveni col·lectiu de la construcció. Es disposarà d'una assegurança de responsabilitat civil.

Es disposarà d'un vigilant de seguretat amb la formació adequada i en presència permanent (que decidirà en cada situació les mesures de seguretat oportunes) durant els treballs de descàrrega i apilament del material per l'obra que representin un risc per propis o tercers.

2.3 Variacions de l'E.B.S.S.

L'E.B.S.S. (Estudi bàsic de seguretat i salut) podrà ser modificat en funció del procés d'execució de l'obra i de les possibles incidències o modificacions del projecte que puguin sorgir al llarg de la mateixa, prèvia aprovació expressa de la Direcció Facultativa, seguint la necessària informació i comunicació als representants legals dels treballadors en el Centre de Treball, qui podran presentar per escrit i de forma raonable, les i alternatives de millores preventives que es creguin oportunes.

3. Memòria

3.1 Dades generals

- Serveis afectats → Subministrament d'electricitat (baixa tensió).
- Emplaçament
 - La instal·lació que es vol realitzar es troba ubicada al: C/ Costa de l'Era núm. 18, del terme municipal de Tivissa comarca de la Ribera d'Ebre, Tarragona.
 - Coordenades UTM 31 ETRS89 de la parcel·la són les següents: X= 309520; Y= 4545763
 - Referència cadastral: 9658408CF0495H0001TZ.
- Descripció de l'obra i activitats principals

Instal·lació solar fotovoltaica de 40kW nominals d'autoconsum col·lectiu connectada a la xarxa, sobre diferents cobertes de l'edifici.

Les activitats principals a executar en el desenvolupament dels treballs bàsicament seran: replanteig, transport de materials, apilament, instal·lació de la perfil·laria mecànica, col·locació de mòduls solars, estesa del cablejat i posada en marxa de la instal·lació.
- Termini d'execució de les obres → El Termini d'execució material de les obres que comprenen aquest E.B.S.S., serà de la totalitat de durada del contracte, a partir de la data de signatura d'aprovació del mateix.
- Número d'operaris prevists → Es preveu la participació en punta de treball d'un màxim de 5 operaris.
- Maquinària i medis auxiliars

Cabestrant d'estesa, màquina de fre, recuperador hidràulic, màquina excavadora, formigonera, medis de transport, grua o camió grua.

A part d'aquesta maquinària, també s'utilitzaran tots els medis i eines manuals per la realització de l'estesa: cables pilot, vuits giratoris, llançadores, grillons i estrops, politges d'estesa, eines manuals, etc...

- Interferències amb altres instal·lacions

Considerem que no hi ha interferències amb altres instal·lacions, tot i això, es posaran les proteccions adients en cas necessari, realitzant prèviament una prova per la localització d'altres serveis

3.1.1 Anàlisi dels riscos

Analitzem a continuació els riscos previsibles inherents a les activitats d'execució previstes, així com les derivades de l'ús de maquinària, medis auxiliars i manipulació d'instal·lacions, màquines o eines elèctriques.

Sense perjudici de les disposicions mínimes de Seguretat i Salut aplicables a l'obra establertes a l'Annex IV del RD 1627/1997, del 24 d'octubre, s'exposen a continuació els riscos generals i específics de diferents treballs d'obra (considerant que algun d'ells es podrien donar durant tot el procés de l'execució de l'obra o bé ser aplicables a altres treballs).

S'haurà de tenir en compte els riscos més usuals en les obres, com les caigudes, talls, cremades, erosions i cops. En cada cas s'haurà d'adoptar la mesura més adequada pel treball que es realitzi. També s'ha de tenir en compte les possibles repercussions en les estructures d'edificació veïnes, i minimitzar en tot moment el risc d'incendi. De totes maneres, els riscos relacionats s'hauran de tenir en compte els possibles treballs posteriors (reparació, manteniment, etc...).

67

3.1.1.1 Riscos generals

Entenem com a riscos generals aquells que poden afectar a tots els treballadors, independentment de l'activitat concreta que realitzin.

- Atrapament per bolcada de màquines, vehicles o equips.
- Atrapament entre objectes.
- Atropellament o cops per vehicles en moviment.
- Caigudes d'objectes o components sobre persones.
- Caigudes de persones a diferent nivell.
- Caigudes de persones al mateix nivell.
- Desplaçaments i ensorraments del terreny.
- Cops contra objectes.
- Cops i talls per maneig d'eines.
- Ferides en mans o peus per maneig de materials.
- Picadures o mossegades d'animals.
- Projeccions de partícules en els ulls, pols.

- Sobreesforços.
- Torçades en peus i mans.

3.1.1.2 Riscs específics

Entenem com a riscs específics als riscs propis de les activitats concretes que afecten només al personal que realitza el treball de l'obra. Aquest personal estarà exposat tant als riscs generals com als específics que comentem a continuació.

- Treballs previs
 - Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas, etc...).
 - Caigudes des de punts alts i/o elements provisionals d'accés (escales, plataformes, etc...).
 - Caiguda de materials, rebots.
 - Sobre-esforços per postures incorrectes.
 - Bolcada de piles de materials.
 - Riscs derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques, etc...).
- Transport i manipulació de materials a l'obra
 - Ensorrament o caiguda de la càrrega, o part de la mateixa, per ser excessiva o estar mal subjecte.
 - Cops contra parets sortints de la càrrega.
 - Atropellaments de persones.
 - Bolcades.
 - Xocs contra altres vehicles o màquines.
 - Cops o enganxaments de la càrrega contra objectes, instal·lacions o esteses de cablejat.
- Transport de personal
 - Atropellaments, col·lisions i bolcades de vehicles.
 - Maquinària mòbil i medis de transport.
 - Xocs contra altres vehicles o màquines.
 - Bolcades.
 - Atropellaments.
 - Cops de la càrrega contra instal·lacions o esteses de cable.
 - Ensorrament o caiguda de la càrrega per excés de la mateixa o per estar mal subjecta.
 - Fallada de frens, direcció, senyalització de la maniobra, etc...

- Estructura i instal·lacions
 - Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas, etc...).
 - Caigudes des de fonts alts i/o elements provisionals d'accés (escales, plataformes, etc...).
 - Talls i punxades.
 - Cops i ensopegades.
 - Caiguda de materials, rebots.
 - Emanació de gasos en apertures de pous morts.
 - Contactes elèctrics directes o indirectes.
 - Sobreesforços per postures incorrectes.
 - Caigudes de pals o antenes.

- Riscs produïts per agents atmosfèrics adversos

S'interromprà el treball, segons l'establert en la normativa vigent de seguretat i sempre que les condicions ho imposin, amb independència de la dotació de medis de protecció.

Es vigilarà especialment les condicions per pluja o vent en treballs d'alçada i en treballs elèctrics.

- Riscs de caigudes d'alçada
 - Ensorrament de l'estructura.
 - Durant l'ascens i descens.
 - Inadequat amarrament al cinturó.

- Sobreesforços
 - Sobreestimar les possibilitats físiques de l'operari.
 - Descoordinació durant l'alçament a mà.
 - Número inadequat de personal per a realitzar l'aixecament.
 - Males postures.

- Manipulació de maquinària
 - Atrapament d'extremitats inferiors i superiors.
 - Cops contra parts sortints.
 - Aixafament de persones per moviments incontrolats de la maquinària en el seu enclavament.

3.1.2 Mesures preventives

L'article 10 del RD 1627/1997 estableix que s'aplicaran els principis d'acció preventiva recollits a l'article 15 de la Llei de Prevenció de Riscs Laborals (Llei 31/1995, del 8 de novembre) durant l'execució de l'obra.

Els principis d'acció preventiva establerts en aquesta Llei són:

- L'empresari aplicarà les mesures que integrin el deure general de la prevenció.
- L'empresari tindrà en consideració les capacitats professionals dels treballadors en matèria de seguretat i salut en el moment de distribuir les feines.
- L'empresari adoptarà les mesures necessàries per garantir que només els treballadors que hagin rebut una formació suficient i adequada puguin accedir a les zones de risc greu o específiques.
- L'efectivitat de les mesures preventives haurà de preveure les distraccions o imprudències no temeràries que poguessin cometre els treballadors. Per la seva aplicació es tindran en compte els riscos addicionals que poguessin implicar determinades mesures preventives, que només es podran adoptar quan la magnitud d'aquests riscos sigui substancialment inferior a la dels que es pretén controlar i no existeixin alternatives més segures.
- Podran concretar operacions d'assegurances que tinguin com a finalitat garantir la cobertura de previsió de riscos derivats dels treballs, l'empresa respecte els seus treballadors, els treballadors autònoms respecte ells mateixos i les societats cooperatives respecta als socis, on la seva activitat consisteixi en la prestació del seu treball personal.

70

Les mesures de prevenció per evitar o disminuir riscos en els llocs de treball són:

- Proteccions i mesures preventives col·lectives, segons la normativa vigent relativa a equips i medis de seguretat col·lectiva.
- Prohibir la permanència de personal en la proximitat de les màquines en moviment.
- Prohibir l'entrada a la obra de tota persona aliena a l'obra.
- Establir zones de pas i accés a l'obra.
- Abalisar, senyalar i ballar el perímetre de l'obra, així com punts singulars a l'interior de la mateixa.
- Establir un manteniment correcte de la maquinària.
- Controlar que la càrrega de camions no sobrepassi els límits establerts i reglamentaris.
- Utilitzar andamis i plataformes de treball adequats.
- Evitar passar o treballar sota la vertical d'altres treballadors.

Per disminuir en tot el possible els riscos preventius en l'apartat anterior, s'ha d'actuar sobre els factors (per separat o en conjunt) que determinin les causes que produeixen accidents. Aquestes causes són el factor humà, el factor tècnic i els aspectes ergonòmics i condicions ambientals.

L'actuació del factor humà es basa principalment en la formació, mentalització i informació de tot el personal que participi en els treballs d'aquest projecte.

En el factor tècnic, s'actuarà mitjançant les proteccions.

3.1.2.1 Proteccions

Equips de protecció: El contractista haurà de seleccionar els equips que siguin necessaris segons cada treball, ja siguin de protecció individual o col·lectiva, tal i com es pot observar a la següent taula.

EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL (EPI)	EQUIPS DE PROTECCIÓ COL·LECTIVA (EPC)
- Calçat de seguretat - Casc de seguretat - Guants aïllants d'electricitat BT i AT - Guants de protecció mecànica - Pantalla soldador - Ulleres de seguretat - Cinturó de seguretat: arnés de subjecció, suspensió i caiguda amb amortidor - Protectors auditius - Roba de treball⁽¹⁾ - Roba impermeable	- Aplicació del sistema i dispositius de protecció anti-caigudes per operacions d'ascens i descens i treballs en suports - Comprovar absència de tensió amb les perxes detectores de tensió - Senyals de tràfic - Senyals de zones perilloses - Senyals lluminoses - Tanques de delimitació o cintes d'abalisament - Senyalització: cintes, banderoles, etc. - Caixes amb interruptors diferencial magneto tèrmic per alimentar eines elèctriques - Extintors en vehicles - Enclavaments - Escales de mà - Avisador acústic maquinària - Xarxa espessa sobre càrrega del camió - Dinamòmetre i apagat automàtic de sobretensió cabestrant.

Taula 17: Equips de protecció. (Elaboració pròpia)

⁽¹⁾ Roba de treball: ha de ser adequada a la feina a realitzar pels treballadors de l'obra.

Com a criteri general prevaldran les proteccions col·lectives forn les individuals. A més, s'hauran de mantenir en bon estat de conservació els medis auxiliars, la maquinària i les eines de treball. D'altra banda, els medis de protecció hauran d'estar homologats segons la normativa vigent.

En base als riscos previsibles anunciats en el punt anterior, analitzarem a continuació les mesures previstes en cada un dels camps.

Les proteccions col·lectives previstes per la prevenció dels riscos enumerats en l'apartat anterior (3.1.2.1) són els següents:

- Transport i apilament

És el risc derivat del transport dels materials al lloc de la realització de l'obra, Els vehicles hauran de complir exactament el que està estipulat en el corresponent Codi de Circulació.

TRANSPORT I APILAMENT		
Riscs Associats	Mesures Preventives	Proteccions individuals a utilitzar
- Caiguda de persones al mateix nivell - Talls de circulació - Caiguda d'objectes - Despreniments, desploms i ensulsiades - Atrapament - Confinament - Condicions ambientals i de senyalització	- Inspecció de l'estat del terreny - Ús dels passos i vies existents - Limitar velocitat dels vehicles - Delimitació dels punts perillosos (rases, cales, pous...) - Respectar zones senyalitzades i delimitades - Exigir i mantenir un ordre - Prohibició de pujar i baixar en els vehicles en marxa - Ús de vehicles adequats per a cada tipus de transport	- Guants de protecció - Casc de seguretat - Botes de seguretat - Roba de treball - Roba impermeable - Cinturó de seguretat

Taula 18: Identificació i prevenció de riscos: Transports i Apilament. (Elaboració pròpia)

- Treballs en alçada: El risc derivat de l'execució dels treballs en elements situats a diferent nivell.

72

TREBALLS EN ALÇADA		
Riscs Associats	Mesures Preventives	Proteccions individuals a utilitzar
- Caiguda de persones al mateix nivell - Caigudes d'objectes - Desploms - Talls	- Inspecció de l'estat del terreny - Ascens i descens amb medis i mètodes segurs - Estat en el suport utilitzant el cinturó, evitant postures inestables i amb calçat i medis adequats - Ús de bossa porta-eines i corda de servei - Portar eines lligades al canell o cintura - Ús de cordes i corrioles per pujar i baixar eines i farratges - Marcar zona d'acció de possibles caigudes d'objectes - Amarrament d'escalas de ganxos amb cadena de tancament. - Ús sempre del cinturó amarrat a l'escala o a un cable fiador.	- Cinturó de seguretat - Guants de protecció en front a riscos mecànics - Botes de seguretat - Casc de "barbuquejo"
		Proteccions col·lectives a utilitzar
		- Material de senyalització i delimitació (cintes i plaques d'atenció) - Bossa porta-eines i corda de servei

Taula 19: Identificació i prevenció de riscos: Treballs en alçada. (Elaboració pròpia)

- Estesa, entroncament i terminals de conductors aïllats: Els riscos derivats de les operacions d'estesa, entroncament i de la connexió de terminals dels conductors aïllats que alimentaran als usuaris de la instal·lació elèctrica en execució, tant per les persones que estan executant la operació com pel les que es troben en les proximitats.

ENCESA, ENTRONCAMENT I TERMINALS DE CONDUCTORS AÏLLATS		
Riscs Associats	Mesures Preventives	Proteccions col·lectives a utilitzar
- Caiguda d'alçada de persones - Talls a les mans - Caiguda d'objectes a diferents nivells (eines, cargols, etc...) - Electrocutacions per contacte indirecte - Sobreesforços - Contacte amb elements candents - Bolcada de maquinària - Atrapaments	- Ubicació de casc, guants i calçat adequat - Emprar bosses porta-eines - Dotar d'adequada protecció personal i vetllar per la seva utilització - Condicionament de la zona d'ubicació, ancoratge correcte de les màquines de tracció. - Control de maniobres i vigilància continuada - Ús de faixes de protecció lumbar	- Material de senyalització i delimitació. - Detectors d'absència de tensió - Equips de posada a terra i curtcircuits - Bossa porta-eines i corda de servei

Taula 20: Identificació i prevenció de riscos: Encesa, entroncament i terminals de conductors aïllats.
(Elaboració pròpia)

73

- Posada en servei: És el risc derivat de la posada en servei d'una instal·lació elèctrica en B.T.

POSADA EN SERVEI		
Riscs Associats	Mesures Preventives	Proteccions individuals a utilitzar
- Caigudes de persones a diferent nivell - Caiguda d'objectes - Talls - Contactes elèctrics - Arc elèctric - Electrocutació - Elements candents	- Les corresponents a treballs en alçada i tensió - Tenir en compte les dates en les que s'inicien els treballs ⁽²⁾ - Tenir en compte quan es reprenen els treballs ⁽³⁾ - Control durant la realització del treball ⁽⁴⁾ - Control al finalitzar el treball ⁽⁵⁾	- Cinturó de seguretat - Guants de protecció mecànica i aïllants - Botes de seguretat - Casc
		Proteccions col·lectives a utilitzar - Material de senyalització i delimitació - Elements de protecció d'aïllants i conductors - Bossa porta-eines i corda de servei

Taula 21: Identificació i prevenció de riscos: Posada en servei. (Elaboració pròpia)

(²): Tenir en compte les dates en les que s'inicien els treballs, establint una comunicació del centre d'alimentació de la instal·lació amb el lloc de treball que permeti qualsevol maniobra d'urgència que pugui ser necessària.

(³): Tenir en compte quan es reprenen els treballs. El Cap de treball ha d'exposar als operaris del Procediment d'Execució, assegurant-se sempre de la seva comprensió (tal i com s'ha exposat en altres apartats del projecte). També ha de comprovar que tots els equips i totes les eines que siguin necessàries es trobin en perfecte estat, verificant visualment l'estat de la instal·lació.

(⁴): Control durant la realització del treball. El Cap de treball a de dirigir i controlar sent responsable de les mesures de qualsevol ordre que afecten a la seguretat (si la naturalesa dels treballs no permet assegurar personalment la seva vigilància, s'ha de secundar amb un o més operaris habilitats).

(⁵): Control al finalitzar el treball. El Cap d'equip s'ha d'assegurar de la seva bona execució, i comunicarà al cap d'obra la fi dels mateixos.

- Mesures de proteccions a tercers:
 - Tancament, senyalització i enllumenat de l'obra. En cas de que el tancament envaeixi la calçada, s'ha de preveure un passadís protegit pel pas de vianants. El tancament ha d'impedir que persones alienes a l'obra puguin entrar.
 - Preveure el sistema de circulació de vehicles tant a l'interior com a l'exterior de l'obra, com en relació als vials exteriors.
 - Immobilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les feines de càrrega i descàrrega.
 - Comprovació de solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes, etc...).
 - Protecció de forats i façanes per evitar la caiguda d'objectes (xarxes, lones, etc...).
 - Tal i com s'ha comentat anteriorment, en el cas necessari, hi haurà un vigilant de seguretat posat pel contractista, el qual controlarà totes les operacions de càrrega, descàrrega i altres possibles incidències.

- Línia de vida encoberta. Planificació de sistemes anticaigudes.

Els sistemes anticaigudes s'han de planificar mitjançant dispositius d'ancoratge conformes a la normativa UNE-EN-795, on el tipus d'ancoratge i la seva ubicació han de poder realitzar el treball amb el corresponent EPI anticaigudes amb seguretat. L'arnés anticaiguda amb anella a l'enganxament dorsal complirà les especificacions de la UNE-EN-365.

En el projecte de línia de vida encoberta, el tipus d'ancoratge que s'ha de preveure en funció del sistema de coberta sobre al que es vagi a instal·lar, és a dir, dependrà del suport de coberta o de l'element de cobertura sobre el que s'instal·larà, ja que existeixen diferents sistemes que s'adapten a cada un d'ells. (Per exemple, per una coberta amb safata de zinc de junta alçada, existeixen punts d'ancoratge que permeten la fixació al suport sense

perforació a la coberta, eliminant, per tant, els riscos de garantia d'estanquitat de la coberta). Existeixen en el mercat punts d'ancoratge que s'adapten a varis tipus de coberta, també existeixen fabricants que desenvolupen un tipus d'ancoratge específic per a cada tipus de coberta.

D'acord amb la normativa NTP 809 (Norma Tècnica de Prevenció), es possible plantejar un sistema combinat entre dispositius d'ancoratge Classe A1 i Classe C, per reduir al mínim possible els riscos de caiguda, assegurant als operaris en els treballs d'alçada amb llibertat de moviment, per poder realitzar treballs de manteniment, neteja, reparació, etc.... a la coberta de l'edifici.

La disposició de la línia de vida, dispositiu de Classe C segons la normativa UNE-EN-795/1997, composta bàsicament per cable d'acer inoxidable, carro proveït d'un punt d'ancoratge en el cas de pas automàtic (si no es pas automàtic no hi ha carro), ancoratges extrems amb elements necessaris (tensors, absorbidors, etc...), i ancoratges intermedis per disminuir la tensió i fletxa que experimenta la línia de caiguda. Segons la NTP 809, la línia de vida:

- No pot superar un angle de 15° respecte a la horitzontal.
- Totes les peces i components han de resistir al sobre esforç del previst (factor de seguretat 2).
- Ha de respectar-se l'alçada mínima requerida lliure d'obstacles.

El disseny de la línia de vida ha de permetre desplaçar-se per tota la zona de treball, de forma que l'operari pugui recórrer tota la línia estant connectat en tot moment. En aquells casos que sigui necessari cobrir el risc de caiguda en les vores laterals de la coberta, conforme a la NTP 843, al no disposar aquesta de proteccions col·lectives en vores laterals (petos, baranes o similars de més de 1 metre d'alçada) i evitar l'efecte pèndul si es produís una caiguda lateral perpendicular a la línia de vida, s'hauria de realitzar un disseny amb línies paral·leles a les vores on es pugui produir la caiguda.

3.1.3 Sistema d'atenció mèdica més propera

L'atenció, tractament i rehabilitació de possibles accidents serà realitzat per la mútua d'accidents de l'empresa contractista.

Es disposarà a l'obra d'una farmaciola d'urgència, amb els elements necessaris de primers auxilis i petits traumatismes tal i com exposa el capítol IV de l'article 43 de l'Ordenança General de Seguretat i Higiene.

Tal i com estableix la legislació vigent, tots els treballadors que intervenen a la construcció de les obres d'aquest estudi passaran reconeixements mèdic previstos en funció del risc al que estiguin sotmesos.

3.1.4 Formació personal

L'objectiu és informar als treballadors dels riscos propis dels treballs que realitzaran, donar a conèixer les tècniques preventives i mantenir un esperit de seguretat de tot el personal. Per l'ensenyament de les Tècniques Preventives, a més dels sistemes de divulgació escrits (com butlletes, normes, etc...), es realitzaran xerrades específiques de riscos i activitats concretes.

3.1.5 Normativa aplicable Seguretat i Salut

Serán d'obligat compliment, per part dels contractistes, la següent normativa:

- Decret (D) 2414/1961, del 30 de novembre, reglament d'activitats molestes, insalubres i perilloses. Normes complementàries per a la seva aplicació. Ordre del 15 de març del 1963 en les seves parts no modificades pel Decret 3494/64, del 5 de novembre.
- Ordre Ministerial (OM) del 9 de març de 1971, Títol II, en els seus articles no derogats per la llei 31/95 i disposicions que la desenvolupen, de la Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball.
- Decret 2065/1974, del 30 de novembre. Llei General de la Seguretat Social, en la seva part no derogada pel Real Decret Legislatiu (RDL) I/94.
- Ordre Ministerial del 23 de maig de 1977. Reglament d'Aparells Elevadors per Obres y successives modificacions.
- Reial Decret 1244/79, del 4 d'agost. Reglament Aparells a Pressió.
- Reial Decret 1316/1989, del 27 d'octubre, publicat al BOE del 2 de novembre de protecció dels treballadors front als riscos derivats de la exposició de soroll durant el treball.
- Reial Decret Legislatiu I/94, del 20 de juny. Text refós de la Llei General de la Seguretat Social, modificat per la Llei 42/94, del 30 de desembre.
- Llei 31/95, del 10 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals.
- Reial Decret 39/97, del 17 de gener. Reglament dels Serveis de Prevenció.
- Reial Decret 485/97, del 14 d'abril, sobre disposicions mínimes de senyalització de seguretat i salut en el treball.
- Reial Decret 486/97, del 14 d'abril, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.
- Reial Decret 487/97, del 14 d'abril, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la manipulació manual de càrregues.
- Ordre Ministerial del 22 d'agost de 1997. Funcionament de les Mútues d'accidents de treball i malalties professionals de la seguretat social en el desenvolupament d'activitats de Prevenció de Riscos Laborals.
- Reial Decret 665/97, del 12 de maig, sobre exposició d'agents cancerígens durant el treball.
- Reial Decret 773/97, del 30 de maig. Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a l'ús d'equips de protecció individual per part dels treballadors.

- Reial Decret 1215/97, del 18 de juliol. Disposicions mínimes de seguretat i salut que han de reunir els equips de treball per la utilització dels treballadors.
- Reial Decret 1627/97, del 24 d'octubre. Disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció. Deroga al RD 555/86, del 28 de febrer, d'estudis i plans de seguretat i higiene en el treball. Ordenança General Siderometal·lúrgica.
- Reial Decret Legislatiu 1/95, del 24 de març. Estatut dels Treballadors, modificat per la Llei 31/95, del 8 de novembre.
- Reial Decret 1495/1986, del 26 de maig, publicat al BOE el 21 de juny, sobre el Reglament de Seguretat de les Màquines.
- Ordre Ministerial del 16 de novembre de 1987. Notificació d'accidents de treball.
- Reial Decret 1407/92, de 20 de novembre, condicions per la comercialització i lliure circulació intracomunitària dels equips de protecció individual. Modificat pel RD 159/95, del 3 de febrer.
- RD 1435/1992, del 27 de novembre, publicat al BOE l'11 de desembre i reformat pel RD 56/1995, del 20 de gener, publicat al BOE el 8 de febrer. Sobre disposicions d'aplicació de la Directiva 89/392/CEE relativa a la aproximació de les legislacions dels Estats Membres sobre les Màquines.
- Decret 2413/73, del 20 de setembre. Reglament Electrònic per Baixa Tensió (REBT) i ordres complementaries.
- RD 614/2001, publicat al BOE el 8 de juny. Disposicions mínimes per la protecció dels treballadors front al risc elèctric.
- RD 842/2002, publicat al BOE el 18 de setembre, on s'aprova el nou Reglament Electrònic per Baixa Tensió.
- Convenis Col·lectius Provincials.

Serà també d'obligat compliment qualsevol altre disposició oficial, relativa a la Seguretat i Salut Laboral, que entri en vigor durant l'execució de l'obra i que pugui afectar als treballs.

3.1.6 Proteccions personals

Tots els Equips de Protecció Individual (EPI) compliran amb l'establert al RD 773/97, del 30 de maig, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a l'ús pels treballadors d'EPI. A Espanya s'adopten els criteris de la Normativa Europea, Directiva 89/656/CEE, sobre seguretat i salut en els equips de protecció individual. Disposaran del consegüent certificat i contindran de forma visible el segell (CE) corresponent.

3.1.7 Proteccions col·lectives

Considerem com a EPC les següents:

- Proteccions de la instal·lació elèctrica.
- Medis de protecció contra incendis.
- Senyalització.
- Baranes.
- Tanques.

Algunes d'aquestes ja han sigut descrites al Projecte, altres són part integrant dels propis equips, medis o estructures, pel que han sigut omeses en les seves característiques.

4 Conclusió

Amb el compliment de l'article 23 de la Llei 31/95, l'empresari haurà d'elaborar i conservar a la disposició de l'autoritat laboral la següent documentació:

- Avaluació dels riscos per la seguretat i salut en el treball i planificació de l'acció preventiva.
- Mesures de protecció i prevenció a adoptar en cas que sigui necessari.
- Pràctica dels controls d'estat de salut dels treballadors.
- Resultat de les condicions de treball i de l'activitat dels treballadors.
- Investigació d'accidents de treball i malalties professionals.

En cas que es produís un accident és necessari investigar les causes del mateix amb la finalitat de poder aplicar les mesures correctores que fossin necessàries, així com per a actualitzar aquesta avaluació, si fos necessari. Quan es produeixin accidents s'ha d'avisar als Delegats de Prevenció de l'empresa.

- Actualització de l'avaluació. La present avaluació ha de ser actualitzada quan es produeixin canvis en el tipus o en les condicions de treball i es revisarà, si és necessari, en el cas de produir-se algun dany a la salut dels treballadors.

Ivorra, desembre de 2022

L'ENGINYER TÈCNIC INDUSTRIAL

EDGAR BARÓ RIUS
 Núm. Col·legiat: 26.954 del Col·legi Oficial d'Enginyers
 Tècnics Industrials de Catalunya.

ANNEX 3. FITXES TÈCNIQUES

PLANTA FOTOVOLTAICA DE 40kW NOMINALS EN MODALITAT DE CONSUM COL·LECTIU
PER A L'AJUNTAMENT DE TIVISSA

Redactat per

- Edgar Baró Rius
- Enginyer Tècnic Industrial Col. 26.954

80

ANNEX 3. FITXES TÈCNIQUES

ÍNDEx Annex 3. Fitxes tècniques

1.	Fitxa tècnica dels panells solars fotovoltaics.....	82
2.	Fitxa tècnica del sistema de fixació	85
3.	Fitxa tècnica dels inversors.....	103
4.	Fitxa tècnica del sistema de gestió i monitorització.....	106
5.	Fitxa tècnica del cable solar.....	108

1. Fitxa tècnica dels panells solars fotovoltaics

DEEP BLUE 3.0

Mono

550W MBB Half-cell Module
JAM72S30 525-550/MR Series

Introduction

Assembled with 11BB PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

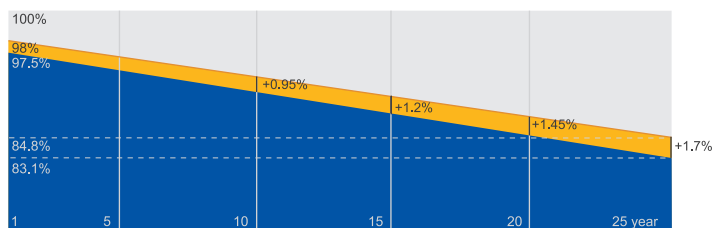


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation
Over 25 years



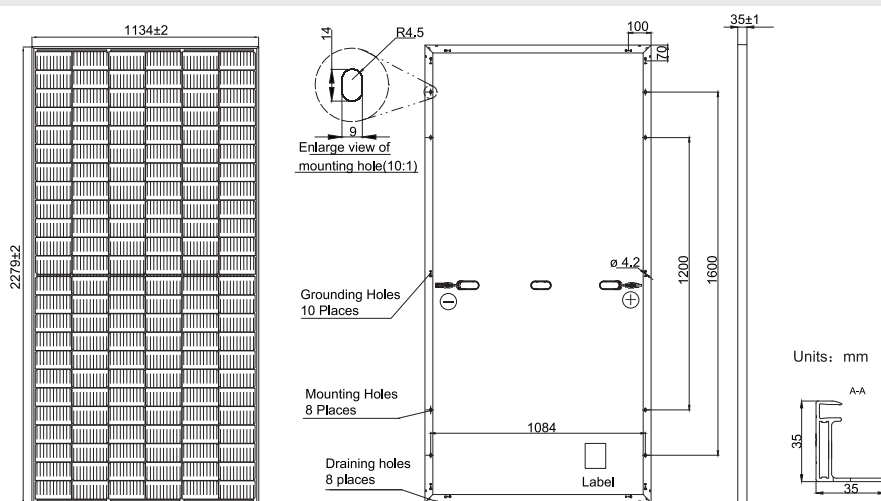
■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	28.6kg±3%
Dimensions	2279±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 620pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR
Rated Maximum Power(P _{max}) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	49.15	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90
Maximum Power Voltage(V _{mp}) [V]	41.15	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(I _{mp}) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of I _{sc} (α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of V _{oc} (β _{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of P _{max} (γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

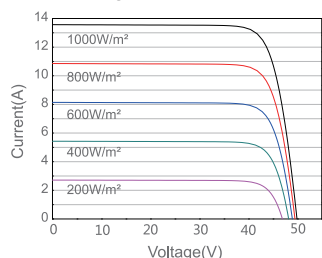
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

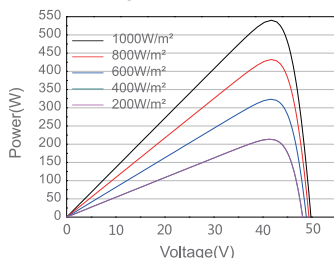
TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR	OPERATING CONDITIONS	
Rated Max Power(P _{max}) [W]	397	401	405	408	412	416	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	46.05	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68	Operating Temperature	-40°C~+85°C
Max Power Voltage(V _{mp}) [V]	38.36	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43	Maximum Series Fuse Rating	25A
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	10.97	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17	Maximum Static Load, Front* Maximum Static Load, Back*	5400Pa(112lb/ft ²) 2400Pa(50lb/ft ²)
Max Power Current(I _{mp}) [A]	10.35	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55	NOCT	45±2°C
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class	Class II
							Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

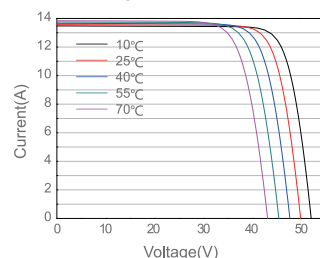
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



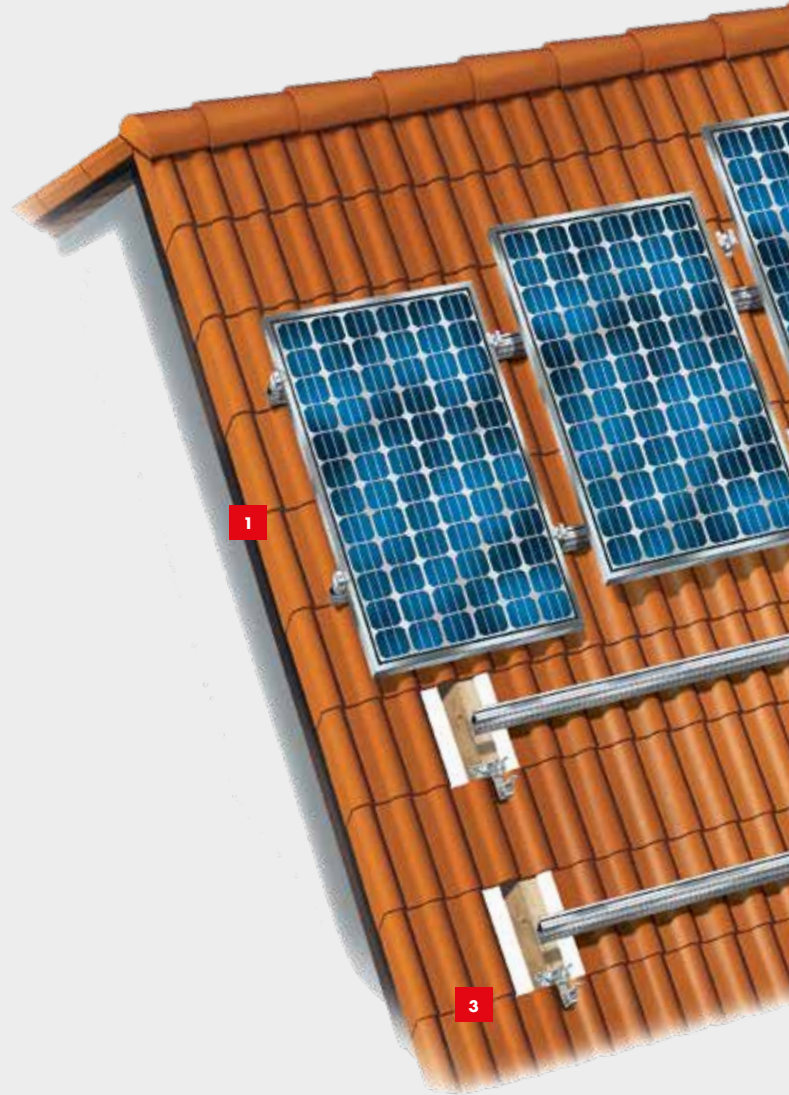
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



2. Fitxa tècnica del sistema de fixació

KLEMMSYSTEMÜBERSICHT SCHRÄGDACH

Holzsparren mit Ziegeleindeckung



1 Endklemme

für gerahmte Module 30–50 mm
Art.-Nr. 0865 799 913



2 Mittelklemme Comfort

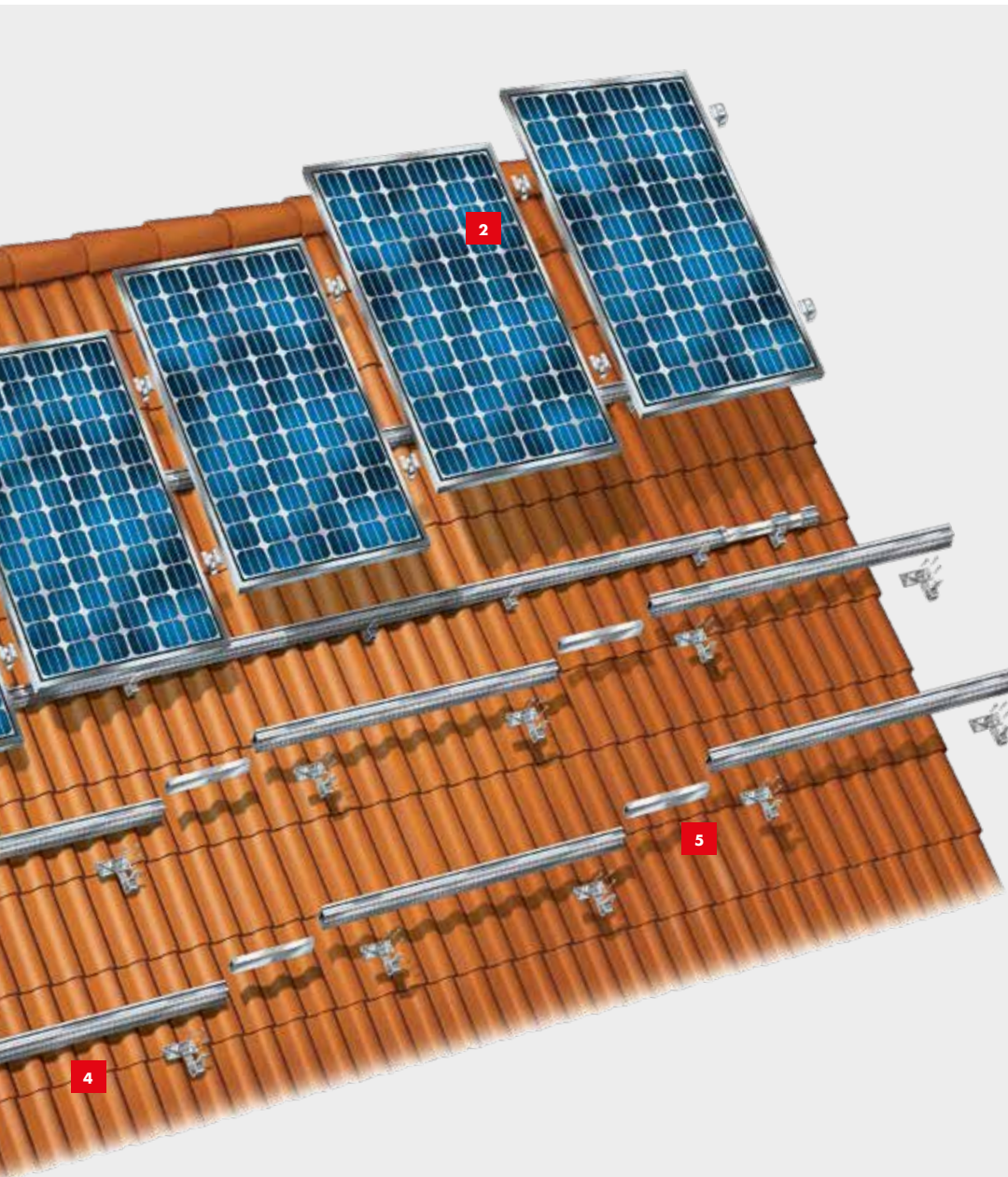
für gerahmte Module 30–50 mm
Art.-Nr. 0865 799 905



3 Dachhaken Alu

dreifach verstellbar
Art.-Nr. 0865 994 8 ...

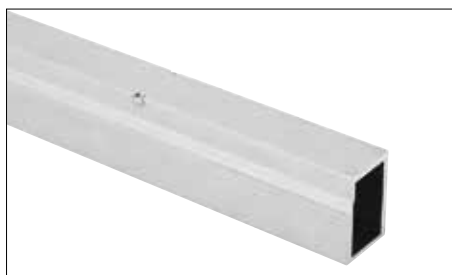




4 Montageschiene
39 x 37, 47 x 37 oder 60 x 37
in verschiedenen Längen
Art.-Nr. 0865 739 ..., 0865 747 ...,
0865 760 ...



5 Schienenverbinder
als reine Steckverbindung
Art.-Nr. 0865 739 910, 0865 747 910,
0865 760 910



DACHBEFESTIGUNGEN

Dachhaken Alu

3-fach verstellbar

Aluminium (EN-AW-6082 T6)

→ Geringes Gewicht.

Flexibel durch Höhen- und Seitenverstellbarkeit

- Variable Steghöhe im Dachlattenbereich
- Seitliche Verstellung im Dachlattenbereich
- Höhenverstellung im Schienenbereich: bis zu 20 mm

Riffelung am Bügel

→ Optimaler Form- und Kraftschluss.

Komplett vormontiert

→ Montageschiene 39 x 37, 47 x 37 und 60 x 37 kann ohne Vorarbeiten am Dachhaken befestigt werden.



Art.-Nr. 0865 994 8

Art.-Nr. 0865 994 81

Art.-Nr. 0865 994 82

Hinweise

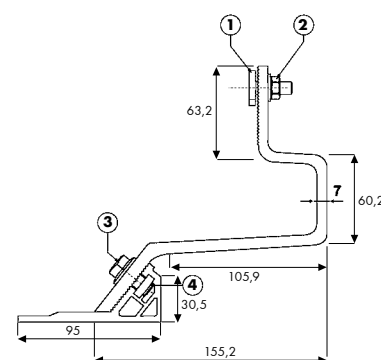
Dachhaken Art.-Nr. 0865 994 8

Zur Befestigung der Dachhaken auf dem Sparren empfehlen wir jeweils drei Holzschrauben ASSY® 4 Pan Head 6 x 80 mm bzw. 6 x 100 mm, Edelstahl A2 (Art.-Nr. 0187 760 ...). Bitte Rand- und Achsabstände gemäß ETA 11/0190 für ASSY® Schrauben beachten.

Dachhaken Art.-Nr. 0865 994 81 und Art.-Nr. 0865 994 82

Zur Befestigung der Dachhaken auf dem Sparren empfehlen wir jeweils zwei Holzschrauben ASSY® 4 plus Pan Head 8 x 100 mm bzw. 8 x 120 mm, Edelstahl A2 (Art.-Nr. 0166 280 ...).

Die Mindestbreite der Sparren beträgt 6 cm bei Verwendung der ASSY®plus Schrauben.



- [1] Hammerkopfschraube M8 x 25, Edelstahl A2, Art.-Nr. 0865 68 25
[2] Sperrzahnmutter mit Flansch M8 Edelstahl A2, Art.-Nr. 0387 000 08

- [3] ähnl. DIN 6921 M10x20 (SW 13), Edelstahl A2
[4] DIN 562 M10, Edelstahl A2, Art.-Nr. 0340 001 10

Hinweis:

Bei der Befestigung aller Dachhaken ist die geltende bauaufsichtliche Zulassung einzuhalten. Sind Konterlattungen oder ähnliches vorhanden, sollten die Schrauben um die entsprechende Stärke verlängert werden.

Länge Fußplatte in mm	Seitliche Verstellung in mm	Steghöhe im Dachlattenbereich in mm	Ø Fußbohrung in mm	Benötigte Anzahl Holzschrauben je Dachhaken	Art.-Nr.	VE/St.	VE/St. pro Palette
100	65	45–60	7	3	0865 994 8	20	640
110	75	40–51	9	2	0865 994 81		
180	145	40–51	9	2	0865 994 82		

Dachhaken Schwerlast

Aluminiumguss (kokillenguss)

Sehr hohe Belastungswerte

→ Speziell für hohe Schnee- und Windlasten.

Riffelung am Bügel

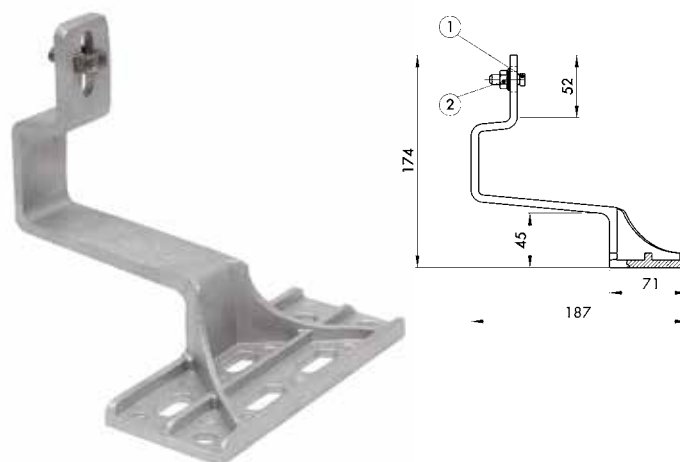
→ Optimaler Form- und Kraftschluss.

Höhenausgleich bis zu 30 mm

→ Dachunebenheiten können mit der Montageschiene problemlos ausgeglichen werden.

Komplett vormontiert

→ Montageschiene 39 x 37, 47 x 37 und 60 x 37 kann ohne Vorarbeiten am Dachhaken befestigt werden.



[1] Hammerkopfschraube M8x25, Edelstahl A2, Art.-Nr. 0865 68 25

[2] Sperrzahnmutter M8 (SW 13), Edelstahl A2, Art.-Nr. 0387 000 08



Ø Fußbohrung in mm	Art.-Nr.	VE/St.
11	0865 997 81	20

Hinweis:

Zur Befestigung der Dachhaken auf dem Sparren empfehlen wir jeweils zwei Holzschrauben ASSY® 4 SK 8 x 100 mm, Edelstahl A2 (Art.-Nr. 0181 818 100). Bitte Rand- und Achsabstände gemäß ETA 11/0190 für ASSY® Schrauben beachten.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-14.4-515



Dachhaken Vario

Speziell für die Befestigung von senkrecht laufenden Montageschienen.

Aluminium

Universell einstellbar

- Variable Steghöhe im Dachlattenbereich: 40–51 mm.
- Seitliche Verstellung im Dachlattenbereich: 75 mm.
- Höhenverstellung im Schienenbereich: bis zu 20 mm.

Riffelung am Bügel

→ Optimaler Form- und Kraftschluss.

Komplett vormontiert

→ Montageschiene 39x37, 47x37 und 60x37
kann ohne Vorarbeiten am Dachhaken
befestigt werden.



Ø Fußbohrung in mm	Schraubenantrieb in mm	Art.-Nr.	VE/St.
9	jeweils 13	0865 994 851	20



Hinweis:

Zur Befestigung der Dachhaken auf dem Sparren empfehlen wir jeweils zwei Holzschrauben ASSY® 4 Pan Head 8 x 100 mm, Edelstahl A2 (Art.-Nr. 0166 280 100).

Dachhaken Schwerlast II

Für die senkrechte Schienenmontage.

Aluminiumguss (Kokillenguss)

Sehr hohe Belastungswerte

→ Speziell für hohe Schnee- und Windlasten.

Riffelung am Bügel

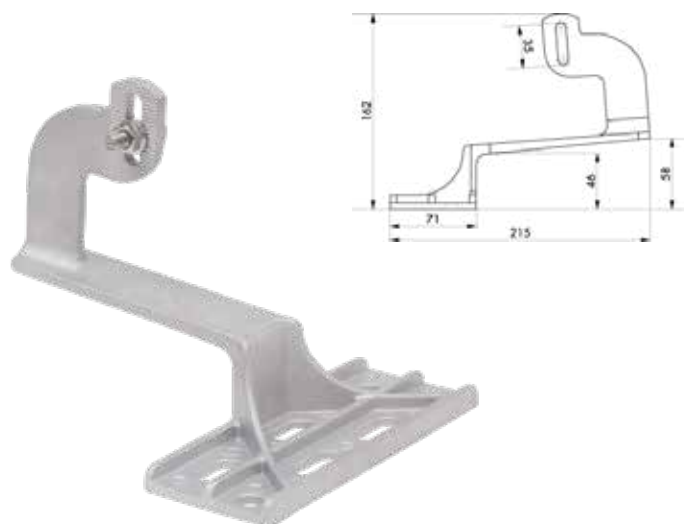
→ Optimaler Form- und Kraftschluss.

Höhenausgleich bis zu 30 mm

→ Dachunebenheiten können mit der Montageschiene
problemlos ausgeglichen werden.



Ø Fußbohrung in mm	Art.-Nr.	VE/St.
11	0865 997 85	20



Hinweis:

Zur Befestigung der Dachhaken auf dem Sparren empfehlen wir jeweils zwei Holzschrauben ASSY® 4 SK 8 x 100 mm, Edelstahl A2 (Art.-Nr. 0181 818 100). Bitte Rand- und Achsabstände gemäß ETA 11/0190 für ASSY® Schrauben beachten.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-14.4-515

Dachhaken Biberschwanz

Edelstahl A2

Höhenausgleich bis zu 25 mm

→ Dachunebenheiten können mit der Montageschiene problemlos ausgeglichen werden.

Komplett vormontiert

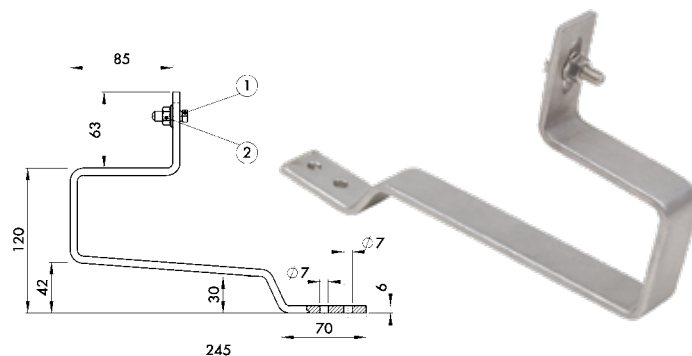
→ Montageschiene 39 x 37, 47 x 37 und 60 x 37 kann ohne Vorarbeiten am Dachhaken befestigt werden.

Riffelung am Bügel

→ Optimaler Form- und Kraftschluss.



Ø Fußbohrung in mm	Art.-Nr.	VE/St.
7	0865 995 82	20



[1] Hammerkopfschraube M8x25, Edelstahl A2
Art.-Nr. 0865 68 25

[2] Sperrzahnmutter M8 (SW 13), Edelstahl A2
Art.-Nr. 0387 000 08

Hinweis:

Zur Befestigung der Dachhaken auf dem Sparren empfehlen wir jeweils zwei ASSY® 4 Pan Head 6 x 100 mm, Edelstahl A2 (Art.-Nr. 0187 760 100). Um ein Eindringen von Wasser zu vermeiden, den Blechziegel Biberschwanz (Art.-Nr. 0865 800 100) verwenden.

Dachhaken Schiefer

Edelstahl A2

Höhenausgleich bis zu 25 mm

→ Dachunebenheiten können mit der Montageschiene problemlos ausgeglichen werden.

Komplett vormontiert

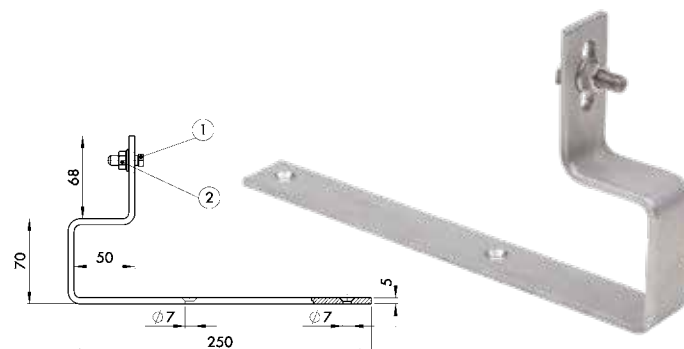
→ Montageschiene 39 x 37, 47 x 37 und 60 x 37 kann ohne Vorarbeiten am Dachhaken befestigt werden.

Riffelung am Winkel

→ Optimaler Form- und Kraftschluss.



Ø Fußbohrung in mm	Art.-Nr.	VE/St.
7	0865 996 82	20



[1] Hammerkopfschraube M8x25, Edelstahl A2,
Art.-Nr. 0865 68 25

[2] Sperrzahnmutter M8 (SW 13), Edelstahl A2,
Art.-Nr. 0387 000 08

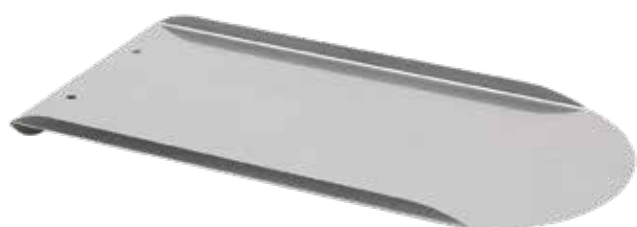
Hinweis:

Zur Befestigung der Dachhaken auf dem Sparren empfehlen wir jeweils zwei Holzschrauben ASSY® 4 Senkkopf 6 x 100 mm, Edelstahl A2 (Art.-Nr. 0187 460 100).

Blechziegel Biberschwanz

Für eine einfache und sichere Montage des Dachhakens Biberschwanz

Edelstahl



Länge in mm	Breite in mm	Art.-Nr.	VE/St.
360	180	0865 800 100	20

Hinweis:

Der Blechziegel muss jeweils mit zwei Holzschrauben ASSY® 4 Pan Head 4,0 x 25 mm, Edelstahl A2 (Art.-Nr. 0187 740 25) an der Dachlatte angeschraubt werden. Entstehender Freiraum zwischen Blechziegel und darüberliegenden Ziegeln muss fachgerecht abgedichtet werden. Hierfür empfehlen wir das Dichtungsband VKP Basic (Art.-Nr. 0875 1 ...).

MONTAGESCHIENEN

Montageschiene 39 x 37

Aluminium (EN-AW-6063 T6)

Seitliche Schienenbefestigung

→ Einfache und zeitsparende Montage.

Seitliche Riffelung

→ Optimaler Form- und Krachtschluss ist gewährleistet.

Max. Trägheitsmoment I_x : 5,078 cm⁴

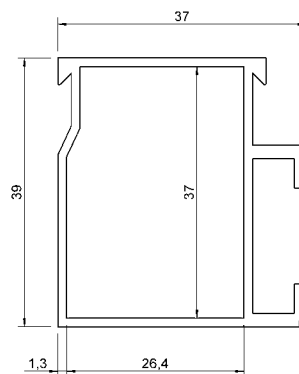
Max. Trägheitsmoment I_y : 3,826 cm⁴

Max. Widerstandsmoment W_x : 2,501 cm³

Max. Widerstandsmoment W_y : 2,048 cm³



Länge in mm	Ausführung	Art.-Nr.	VE/St.
3.150	Alu blank	0865 739 315	4/144
3.300	Alu blank	0865 739 330	
6.200	Alu blank	0865 739 620	
3.150	Schwarz eloxiert	0865 739 316	



Schienenverbinder 39 x 37

Aluminium (EN-AW-6063 T6)

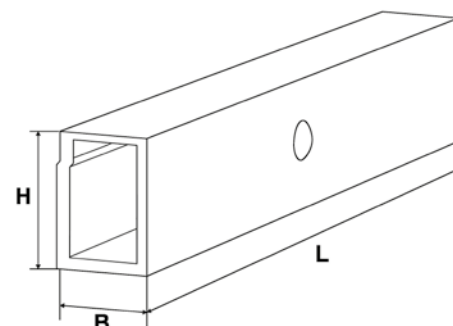
Reine Steckverbindung

→ Schnelle Montage, da kein zusätzliches

Verschrauben notwendig ist.



L x B x H in mm	Art.-Nr.	VE/St.
195 x 26 x 37	0865 739 910	10



Montageschiene 47 x 37

Aluminium (EN-AW-6063 T6)

Seitliche Schienenbefestigung

→ Einfache und zeitsparende Montage.

Seitliche Riffelung

→ Optimaler Form- und Kraftschluss ist gewährleistet.

Max. Trägheitsmoment I_x : 7,709 cm⁴

Max. Trägheitsmoment I_y : 4,264 cm⁴

Max. Widerstandsmoment W_x : 3,155 cm³

Max. Widerstandsmoment W_y : 2,256 cm³

Zubehörprodukt

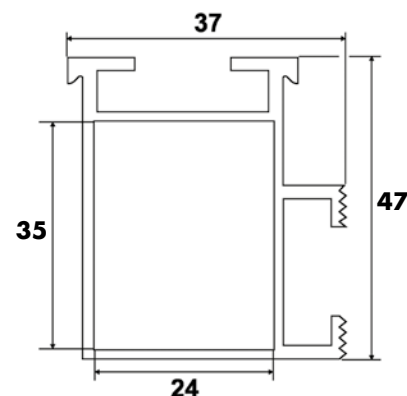
Endkappe 47x37

Art.-Nr. 0865 747 915

VE/St. 20



Länge in mm	Ausführung	Art.-Nr.	VE/St.
3.150	Alu blank	0865 747 315	4/105
3.300	Alu blank	0865 747 330	
6.200	Alu blank	0865 747 620	
3.150	Schwarz eloxiert	0865 747 316	



Schienenverbinder 47 x 37

Aluminium (EN-AW-6063 T6)

Reine Steckverbindung

→ Schnelle Montage, da kein zusätzliches

Verschrauben notwendig ist.

Max. Trägheitsmoment I_x : 7,007 cm⁴

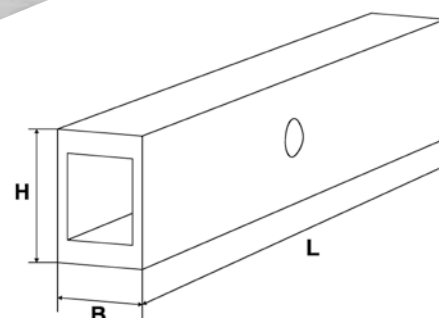
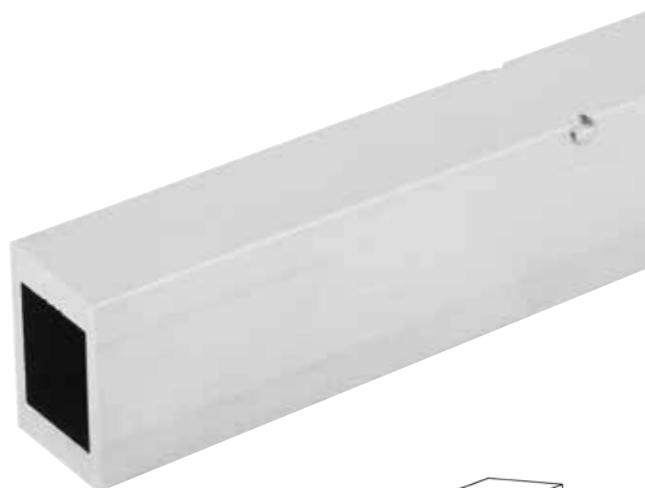
Max. Trägheitsmoment I_y : 2,884 cm⁴

Max. Widerstandsmoment W_x : 3,959 cm³

Max. Widerstandsmoment W_y : 2,403 cm³



L x B x H in mm	Art.-Nr.	VE/St.
195 x 24 x 35	0865 747 910	10



Montageschiene 60 x 37

Aluminium (EN-AW-6063 T6)

Seitliche Schienenbefestigung

→ Einfache und zeitsparende Montage.

Seitliche Riffelung

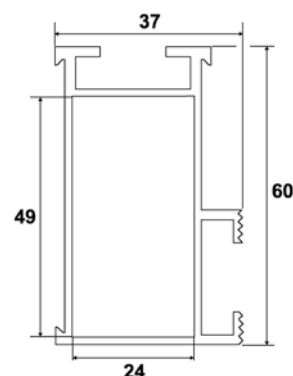
→ Optimaler Form- und Kraftschluss ist gewährleistet.

Max. Trägheitsmoment I_x : 14,622 cm⁴

Max. Trägheitsmoment I_y : 4,999 cm⁴

Max. Widerstandsmoment W_x : 4,815 cm³

Max. Widerstandsmoment W_y : 2,562 cm³



Länge in mm	Art.-Nr.	VE/St.
3.150	0865 760 315	4/96
6.200	0865 760 620	

Schienenverbinder 60 x 37

Aluminium (EN-AW-6063 T6)

Reine Steckverbindung

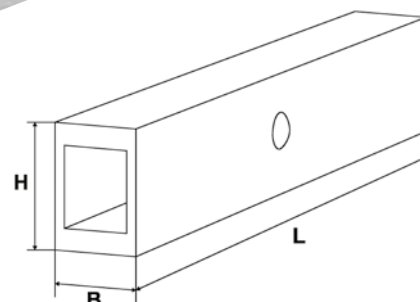
→ Schnelle Montage, da kein zusätzliches Verschrauben notwendig ist.

Max. Trägheitsmoment I_x : 13,084 cm⁴

Max. Trägheitsmoment I_y : 4,211 cm⁴

Max. Widerstandsmoment W_x : 5,395 cm³

Max. Widerstandsmoment W_y : 3,524 cm³



L x B x H in mm	Art.-Nr.	VE/St.
195 x 24 x 48	0865 760 910	10

Montageschiene 70 x 44

Aluminium (EN-AW-6063 T6)

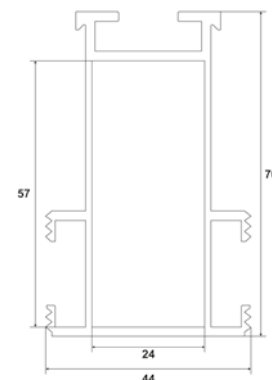
Beidseitige Schienenbefestigung möglich

→ Hohe Lasten können problemlos in die Dachunterkonstruktion eingeleitet werden.

Seitliche Riffelung

→ Optimaler Form- und Kraftschluss ist gewährleistet.

Max. Trägheitsmoment I_x : 26,278 cm⁴
 Max. Trägheitsmoment I_y : 7,137 cm⁴
 Max. Widerstandsmoment W_x : 7,117 cm³
 Max. Widerstandsmoment W_y : 3,259 cm³



Länge in mm	Art.-Nr.	VE/St.
3.150	0865 770 315	4/75
6.200	0865 770 620	

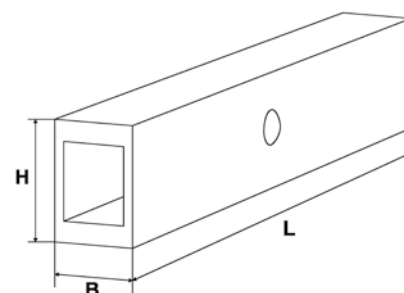
Schienenverbinder 70 x 44

Aluminium (EN-AW-6063 T6)

Reine Steckverbindung

→ Schnelle Montage, da kein zusätzliches Verschrauben notwendig ist.

Max. Trägheitsmoment I_x : 26,381 cm⁴
 Max. Trägheitsmoment I_y : 5,257 cm⁴
 Max. Widerstandsmoment W_x : 5,529 cm³
 Max. Widerstandsmoment W_y : 4,608 cm³



L x B x H in mm	Art.-Nr.	VE/St.
195 x 24 x 57	0865 770 910	10

Endkappe

Für linkes und rechtes Schienenende geeignet.

Aluminium

- Einfache Steckmontage



Passend für Montageschiene	Ausführung	Art.-Nr.	VE/St.
39 x 37	Alu blank	0865 739 916	20
47 x 37	Alu blank	0865 747 916	20
60 x 37	Alu blank	0865 760 916	20
70 x 44	Alu blank	0865 770 916	20
39 x 37	schwarz eloxiert	0865 739 917	20
47 x 37	schwarz eloxiert	0865 747 917	20



MODULKLEMMEN

Endklemme

Für gerahmte Photovoltaikmodule

Höhenverstellbar

→ Eine einzige Endklemme deckt alle marktüblichen Rahmenhöhen ab.

Komplett vormontiert

→ Endklemme kann ohne Vorarbeiten direkt auf die Montageschiene geklickt werden.

Passend für alle ZEBRA® Montageschienen

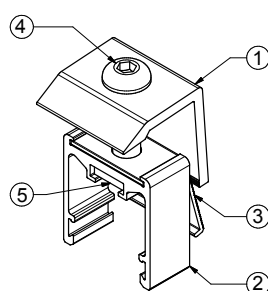


NEU: Speziell beschichtete Schrauben vermindern das Risiko der Kaltverschweißung.

1



2



[1] Klemmendeckel
[2] Schienenklemme
[3] Klemmteil

[4] ISO 7380, M8 x 35 (IS5), Edelstahl A2
[5] DIN 562, M8, Edelstahl A2

Abb.	Klemmbereich in mm	Klemmabstand in mm	Klemmlänge in mm	Ausführung	Antrieb	Art.-Nr.	VE/St.
1	30-50	25	35	Alu blank	Innensechskant 5 mm	0865 799 913	10
2				Schwarz eloxiert	Innensechskant 5 mm	0865 799 915	

Kreuzschienenverbinder

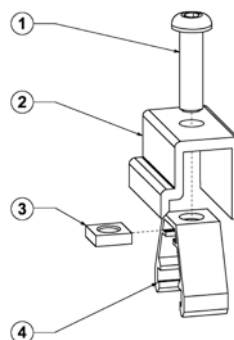
Für die Erstellung eines zweilagigen Schienenverbundes

Komplett vormontiert

→ Verbinder kann direkt auf die Montageschiene geklickt werden.

Benötigte Anzahl der Kreuzschienenverbinder je Kreuzungspunkt:

- bei Montageschiene 39 x 37 = 1 Stück
- bei Montageschiene 47 x 37 = 1 Stück
- bei Montageschiene 60 x 37 = 2 Stück
- bei Montageschiene 70 x 44 = 2 Stück



[1] Linsenschraube ISO 7380 M8 x 30 (IS5), Edelstahl A2
[2] Verbinderklemme, Aluminium

[3] Vierkannmutter DIN 562 M8, Edelstahl A2
[4] Schienenklemme, Aluminium



NEU: Speziell beschichtete Schrauben vermindern das Risiko der Kaltverschweißung.

Passend für Montageschiene	Art.-Nr.	VE/St.
39 x 37, 47 x 37, 60 x 37 und 70 x 44	0865 799 930	20

Mittelklemme

Für gerahmte Photovoltaikmodule

Höhenverstellbar

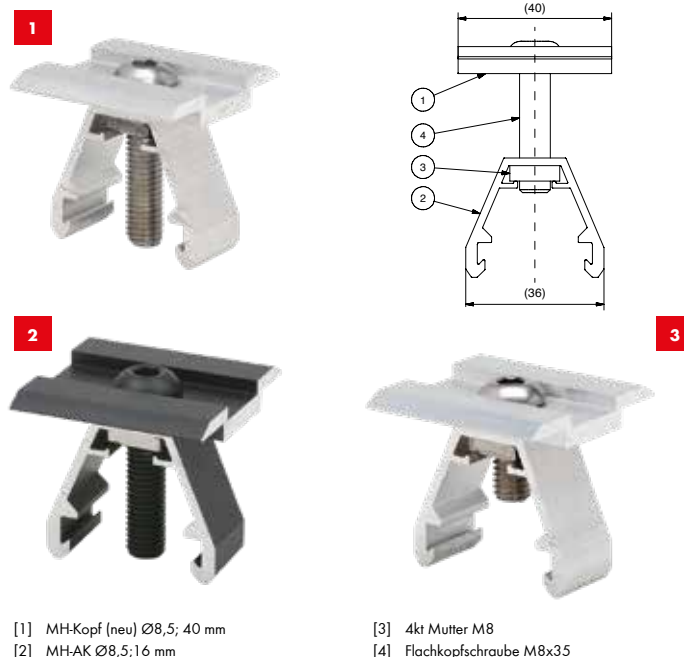
→ Zwei Mittelklemme decken alle marktüblichen Rahmenhöhen ab.

Komplett vormontiert

→ Mittelklemme kann ohne Vorarbeiten direkt auf die Montageseiene geklickt werden.

Anwendungsgebiet

Passend für alle ZEBRA® Montageseienen



[1] MH-Kopf (neu) Ø8,5; 40 mm
[2] MH-AK Ø8,5; 16 mm

[3] 4kt Mutter M8
[4] Flachkopfschraube M8x35

Abb.	Klemmbereich in mm	Klemmabstand zw. den Modulen in mm	Klemmlänge in mm	Ausführung	Antrieb	Art.-Nr.	VE/St.
1	36-50	19	40	Alu blank	Innensechskant 5 mm	0865 799 900	40
2	36-50			Schwarz eloxiert	Innensechskant 5 mm	0865 799 902	
3	30-36			Alu blank	Innensechskant 5 mm	0865 799 904	

Mittelklemme Comfort

Zur Befestigung von gerahmten Photovoltaikmodulen

Komfortable Verarbeitung

Durch die verlängerten Seitenteile wird verhindert, dass sich die Mittelklemme bei der Montage mitdreht. Dadurch ist eine einfache Ein-Hand-Montage gewährleistet.

Breiter Einsatzbereich

Die Mittelklemme ist höhenverstellbar und somit für alle marktüblichen Modulrahmenhöhen geeignet.

Zeitsparend

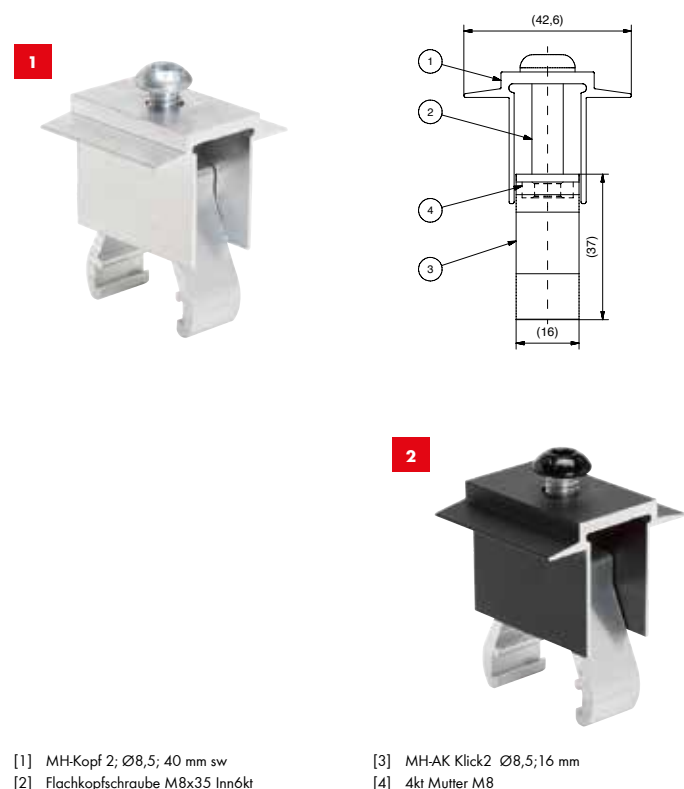
Die Mittelklemme ist komplett vormontiert und kann ohne zeitraubende Vorarbeiten direkt auf die Montageseiene geklickt werden.

Anwendungsgebiet

Passend für alle ZEBRA® Montageseienen



NEU: Speziell beschichtete Schrauben vermindern das Risiko der Kaltverschweißung.



[1] MH-Kopf 2; Ø8,5; 40 mm sw
[2] Flachkopfschraube M8x35 Inn6kt

[3] MH-AK Klick2 Ø8,5; 16 mm
[4] 4kt Mutter M8

Abb.	Klemmbereich mm	Klemmabstand zw. den Modulen in mm	Klemmlänge in mm	Ausführung	Antrieb	Art.-Nr.	VE/St.
1	30-50	19	40	Alu blank	Innensechskant 5 mm	0865 799 905	40
2				schwarz eloxiert	Innensechskant 5 mm	0865 799 906	

Laminat-Mittelklemme

Für rahmenlose Photovoltaikmodule
Nur für Quermontage geeignet!

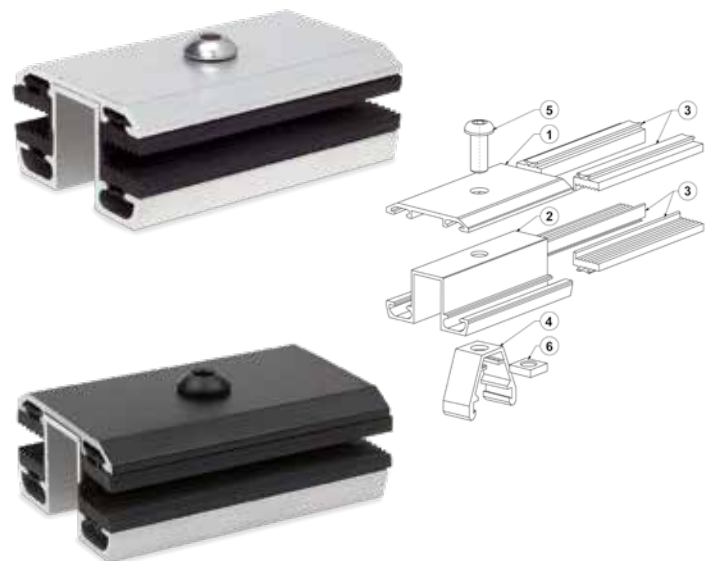
Komplett vormontiert

→ Mittelklemme kann ohne Vorarbeiten direkt auf die
Montageschiene geklickt werden.

Zertifiziert durch First Solar, Calyxo und Q-Cells

Anwendungsgebiet

Passend für alle ZEBRA® Montageschienen



- [1] Obere Klemme, Aluminium
- [2] Untere Klemme, Aluminium
- [3] EPDM-Profil

- [4] Schienenklemme, Aluminium
- [5] ISO 7380 M8 x 20, Edelstahl A2
- [6] DIN 562 M8, Edelstahl A2

Klemmbereich in mm	Klemmabstand zw. den Modulen in mm	Klemmlänge in mm	Ausführung	Antrieb	Art.-Nr.	VE/St.
6,8	22	80	Alu blank	Innensechskant 5 mm	0865 799 942	40
			Schwarz eloxiert	Innensechskant 5 mm	0865 799 944	

Laminat-Endklemme

Für rahmenlose Photovoltaikmodule
Nur für Quermontage geeignet!

Komplett vormontiert

→ Endklemme kann ohne Vorarbeiten direkt auf die
Montageschiene geklickt werden.

Zertifiziert durch First Solar, Calyxo und Q-Cells

Anwendungsgebiet

Passend für alle ZEBRA® Montageschienen



- [1] Obere Klemme, Aluminium
- [2] Untere Klemme, Aluminium
- [3] EPDM-Profil

- [4] Schienenklemme, Aluminium
- [5] ISO 7380 M8 x 20, Edelstahl A2
- [6] DIN 562 M8, Edelstahl A2

Klemmbereich in mm	Klemmabstand in mm	Klemmlänge in mm	Ausführung	Antrieb	Art.-Nr.	VE/St.
6,8	22	80	Alu blank	Innensechskant 5 mm	0865 799 952	5
			Schwarz eloxiert	Innensechskant 5 mm	0865 799 954	

Arretierungsklemme

Als Abrutschsicherung der untersten Endklemme bei vertikaler Schienenmontage

Komplett vormontiert

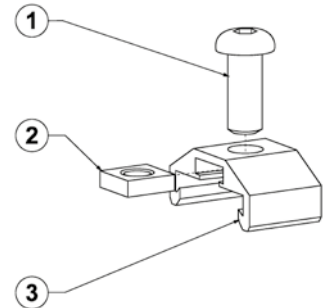
→ Klemme kann ohne Vorarbeiten direkt auf die Montageschiene geschoben werden.

Anwendungsgebiet

Passend für alle ZEBRA® Montageschienen



NEU: Speziell beschichtete Schrauben vermindern das Risiko der Kaltverschweißung.



[1] Linsenschraube ISO 7380
M8 x 20, Edelstahl A2

[2] Vierkantschraube DIN 562 M8, Edelstahl A2
[3] Schienenklemme, Aluminium

Klemmabstand in mm	Ausführung	Antrieb	Art.-Nr.	VE/St.
20	Alu blank	Innensechskant 5 mm	0865 799 920	20

Potenzialausgleichsklemme

Zur Befestigung von Alurunddraht an Montageschienen.

Aluminium

Hinweis:

Zur Herstellung des Potenzialausgleichs müssen über die Potenzialausgleichsklemme alle Montageschienen mit einem Alurunddraht leitend miteinander verbunden werden. Zusätzlich benötigter Blitzschutz muss von einer Blitzschutzfachfirma eingerichtet werden!

Art.-Nr.
0865 799 960



Art.-Nr. 0865 790 960



für Aludraht-Ø in mm	Ausführung	passend für Montageschiene	Art.-Nr.	VE/St.
8 oder 10	vorkonfektioniert*	47 x 37, 60 x 37 und 70 x 44	0865 799 960	20
8 oder 10	lose	39 x 37 mit ZEBRA® piasta® 4,8 x 25 (Art.-Nr. 0214 834 825)	0865 790 960	

* mit Hammerkopfschraube M8 x 30, Edelstahl A2 und Sperrschraube M8 (SW 13), Edelstahl A2

Stehfalzklemme

Speziell für Falzdächer mit Stehfalz abgewinkelt mit Langloch
Edelstahl A2.

Komplett vormontiert

→ Klemme kann ohne weitere Vorarbeiten am Falz befestigt werden.
Die Klemme ist nicht für Aufständungen geeignet.



Hinweis:

Im Vorfeld sind die ausreichende Befestigung der Falzeindeckung an der Unterkonstruktion und die maximale Tragfähigkeit des Bleches und der Falze zu überprüfen. Die erste Schienenlage darf nicht parallel zum Falz verlaufen. Wir empfehlen auf jedem Falz eine Klemme zu montieren. Zur Befestigung der Montageschiene wird ein Adapterwinkel (siehe Seite 25) benötigt..

Langloch mm	Benötigte Befestigungs- schraube	Art.-Nr.	VE/St.
9	M8	0865 800 409	20
11	M10	0865 800 411	

Kabelclip

Zur einfachen und schnellen Befestigung von Solarkabeln.

Polypropylen

→ Hohe UV- und Temperaturbeständigkeit.

Solarkabel werden nicht gequetscht

→ Vermeidung von Kabelbrüchen.



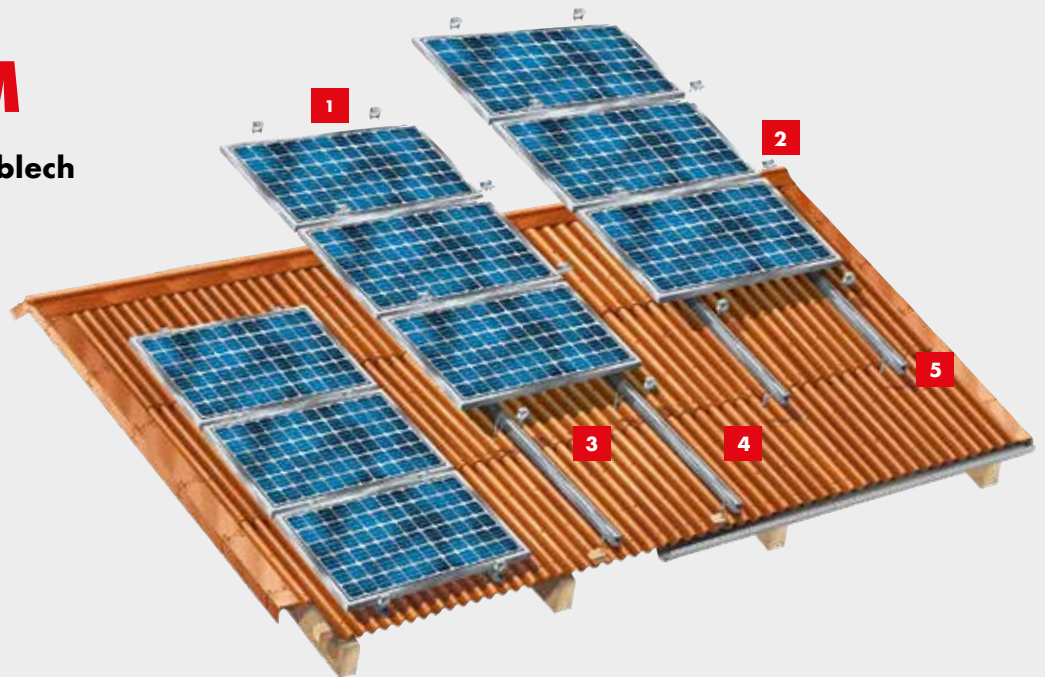
Hinweis:

Um ein Durchhängen der Solarkabel zu vermeiden, sollten diese alle 40–50 cm mit einem Kabelclip fixiert werden. Die Kabelclips sind auch für Würth Standardschienen geeignet.

Erforderliche Nutbreite	Art.-Nr.	VE/St.
8–13 mm	0865 799 965	100

ZEBRA® KLEMMSYSTEM

Übersicht Well- und Trapezblech
und Sandwichelemente



1 Endklemme

für gerahmte Module 30–50 mm
Art.-Nr. 0865 799 913



2 Mittelklemme Comfort

für gerahmte Module 30–50 mm
Art.-Nr. 0865 799 905



3 Montageschiene

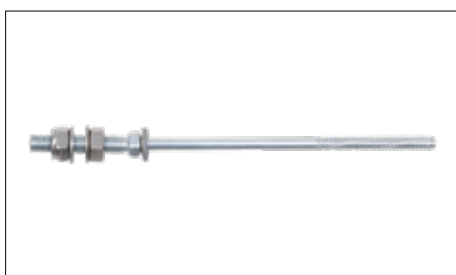
39 x 37, 47 x 37 oder 60 x 37

in verschiedenen Längen
Art.-Nr. 0865 739 ..., 0865 747 ..., 0865 760 ...



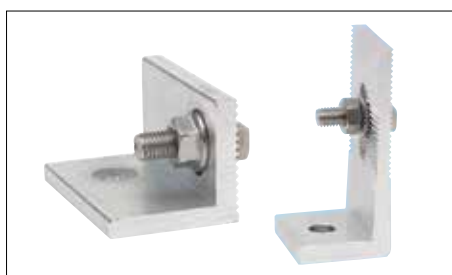
4 Solarbefestiger WSF

für Holz- und Stahlpfetten
Art.-Vornr. 0201



5 Adapterwinkel

M10 und M12
Art.-Nr. 0865 999 ...



3. Fitxa tècnica dels inversors

SUN2000-30/36/40KTL-M3 Smart PV Controller



Inteligente

Monitorización a nivel de string



Eficiente

Eficiencia máxima del 98.7%



Seguro

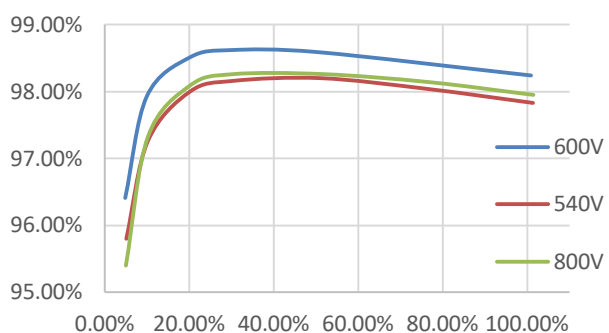
Diseño sin fusibles



Confiable

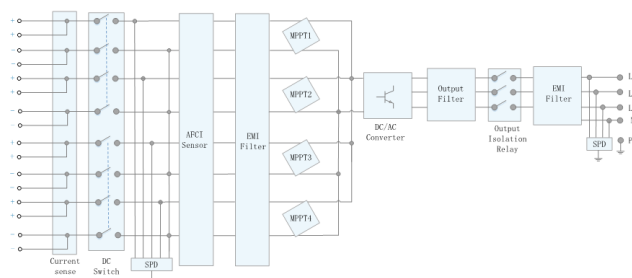
Descargadores de sobretensión tipo II de CC y CA

Curva de eficiencia



SUN2000-30/36/40KTL-M3

Diagrama de circuito



SUN2000-30/36/40KTL-M3
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
---------------------------	------------------	------------------	------------------

Eficiencia			
Máxima eficiencia		98.7%	
Eficiencia europea ponderada		98.4%	

Entrada			
Tensión máxima de entrada ¹		1,100 V	
Intensidad de entrada máxima por MPPT		26 A	
Intensidad de cortocircuito máxima		40 A	
Tensión de arranque		200 V	
Rango de tensión de operación ²		200 V ~ 1000 V	
Tensión nominal de entrada		600 V	
Cantidad de entradas		8	
Cantidad de MPPTs		4	

Salida			
Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE		
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz		
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		

Características y protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Sí
Descargador de sobretensiones de CA	Sí
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí
Control del receptor Ripple	Sí
Recuperación PID integrada ³	Sí

Comunicación	
Display	Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP
RS485	Sí
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)
Monitoring BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)

Especificaciones generales	
Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Peso (Kit de herramientas para soporte de suelo incluido)	43 kg (94.8 lb)
Nivel de Ruido	< 46 dB
Rango de temperaturas en operación	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Ventilación	Convección natural
Max. Altitud de operación	0 - 4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0% RH ~ 100% RH
Conector de CC	Staubli MC4
Conector de CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de Protección	IP 66
Tipología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	≤ 5.5W

Compatibilidad con optimizador	
Optimizador compatible con DC MBUS	SUN2000-450W-P

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)	
Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA

1. El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.
2. Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.
3. SUN2000-30~40KTL-M3 aumenta por encima de cero la tensión entre la FV- y tierra a través de la función de recuperación PID, con el fin de recuperar la degradación del módulo debido al efecto PID. Compatible con módulos tipo-P (mono, poli), tipo-N (nPERT, HIT)

4. Fitxa tècnica del sistema de gestió i monitorització

Smart Power Sensor



Preciso

- Precisión de medición: clase 1

Fácil y sencillo

- Montaje en carril DIN estándar de 35 mm
- Tamaño pequeño, 1P2W 36 mm, 3P4W 72 mm
- Pantalla LCD para facilitar la configuración y la comprobación por los usuarios
- Conexión de acoplamiento para instalación
- Cables CT y RS485 incluidos en los accesorios

Eficiente desde el punto de vista energético

- Consumo general de energía ≤ 1 W

Especificaciones técnicas	DDSU666-H	DTSU666-H
Especificaciones generales		
Dimensiones (alto x anchura x profundidad)	100 x 36 x 65,5 mm (3,9 x 1,4 x 2,6 pulgadas) as)	100 x 72 x 65,5 mm (3,9 x 2,8 x 2,6 pulgadas)
Tipo de montaje	Carril DIN35	
Peso (incluidos cables)	1,2 kg (2,6 lb)	1,5 kg (3,3 lb)
Fuente de alimentación		
Tipo de red eléctrica	1P2W	3P4W
Potencia de entrada (tensión fásica) ica)	176 VCA ~ 288 VCA	
Consumo de energía	≤ 0,8 W	≤ 1 W
Rango de medición		
Voltaje de línea	/	304 VCA ~ 499 VCA
Tensión fásica	176 VCA ~ 288 VCA	
Corriente	0 ~ 100 A	
Precisión de medición		
Tensión	± 0,5 %	
Corriente / Potencia / Energía	± 1 %	
Frecuencia	± 0,01 Hz	
Comunicación		
Interfaz	RS485	
Velocidad de transmisión en baudios baudios	9600 bps	
Protocolo de comunicación	Modbus - RTU	
Entorno		
Rango de temperatura de operación	-25 °C ~ 60 °C	
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 °C ~ 70 °C	
Humedad de operación	5 % HR ~ 95 % HR (sin condensación)	
Otros		
Accesorios	Cable RS485 (10 m / 33 pies)	
	1 CT 100 A / 40 mA (6 m / 19 pies) 	3 CT 100 A / 40 mA (6 m / 19 pies) 

El texto y las figuras reflejan el estado técnico actual en el momento de imprimir este documento. Están sujetos a cambios técnicos, excepto errores y omisiones. Huawei no será responsable de equivocaciones ni errores de impresión. Para obtener más información, visite: solar.huawei.com. Versión No.: 01-(20180929)

5. Fitxa tècnica del cable solar



EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC

Conductor : Conductor estañado clase 5 para servicio móvil (-F)
Aislación : Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
Cubierta : Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
Norma Constructiva : AENOR EA 0038

TÜV 2 Pfg 1169/08.2007 cables para paneles solares.

Norma Nac / Europea : UNE-EN 60332-1-2
UNE-EN 50226-2-4
UNE-EN 50267
UNE EN 61034-2

Internacional : IEC 60332-1-2
IEC 60332-3-24
IEC 60754
IEC 61034-2



La serie de cables EXZHELLENT SOLAR (AS), está constituida por cables flexibles monoconductores de tensión 1,8 kV en corriente continua (cc)

Son cables específicos para instalaciones solares fotovoltaicas (pV), capaces de soportar las extremas condiciones ambientales que se producen en este tipo de instalaciones.

Sus características principales son:

- :: Servicio móvil.
- :: Alta seguridad. **Especialmente diseñado para no dañar los paneles solares.**
- :: Resistencia a la intemperie.
- :: Trabajo a muy baja temperatura (-40°C)
- :: Resistencia a la abrasión, el desgarró y los aceites y grasas industriales.
- :: Endurecimiento térmico de los materiales para garantizar una **vida útil de 30 años.**

La temperatura máxima del conductor en servicio permanente es de 90°C, pudiendo soportar temperaturas de 120°C durante 20.000 horas



EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC					
SECCIÓN	DIÁMETRO EXTERIOR	PESO	RADIO MÍNIMO CURVATURA	RESISTENCIA MAX DEL CONDUCTOR	INTENSIDAD AL AIRE / 40°C
mm ²	mm	kg/Km	mm	Ohm/km	A
1x2,5	5,0	50	20	8,21	41
1x4	5,6	65	23	5,09	55
1x6	6,8	85	26	3,39	70
1x10	7,9	140	32	1,95	96
1x16	8,8	200	35	1,24	132

DOCUMENT 2 – PLÀNOLS

PLANTA FOTOVOLTAICA DE 40kW NOMINALS EN MODALITAT DE CONSUM COL·LECTIU
PER A L'AJUNTAMENT DE TIVISSA

Redactat per

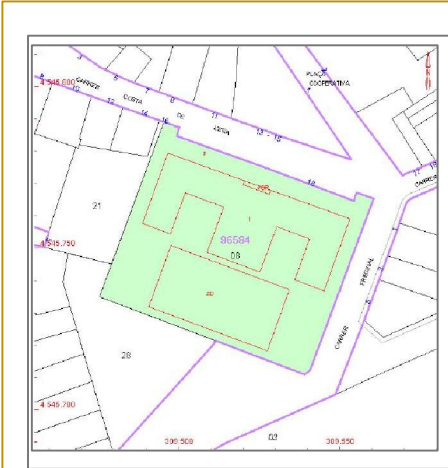
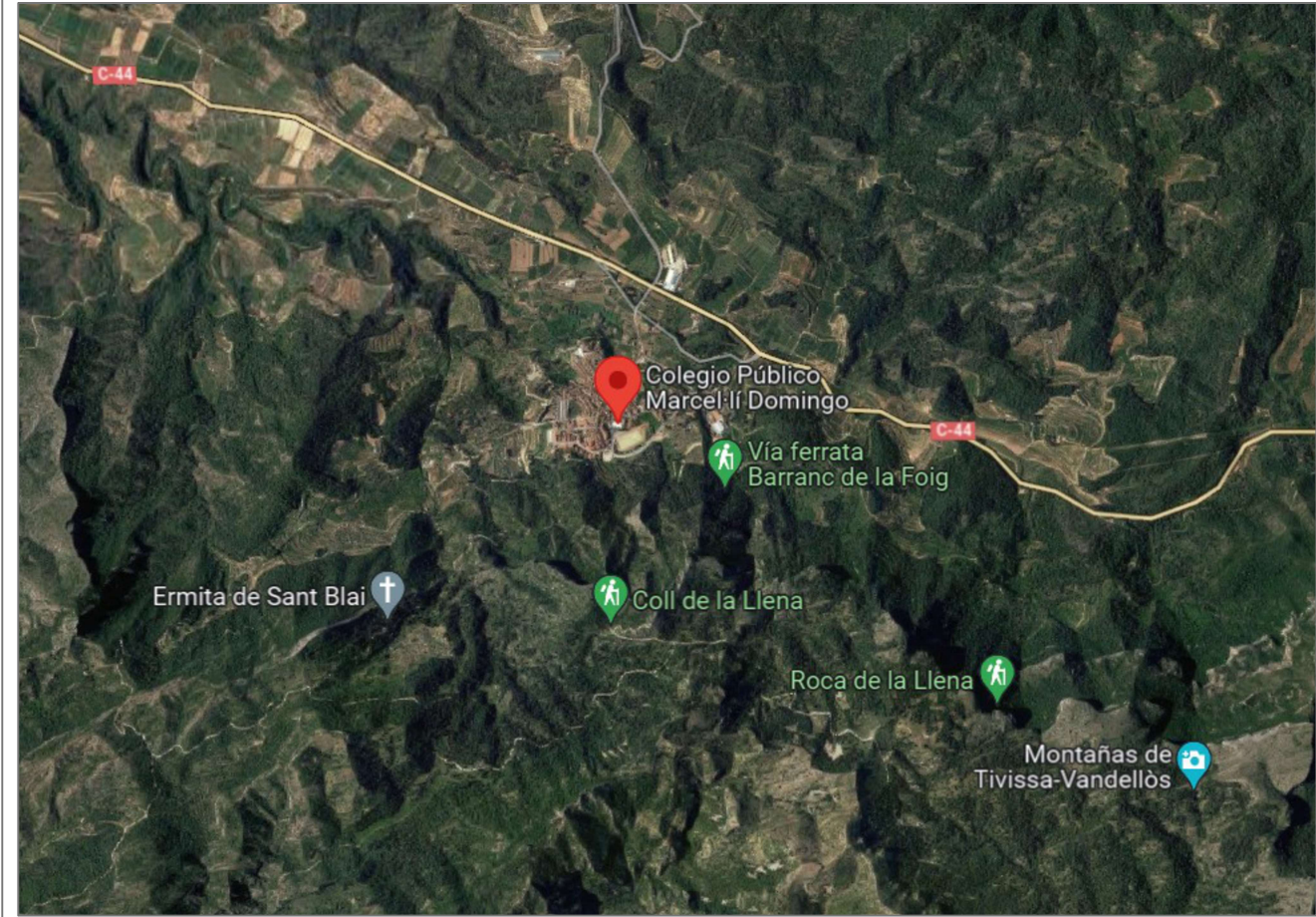
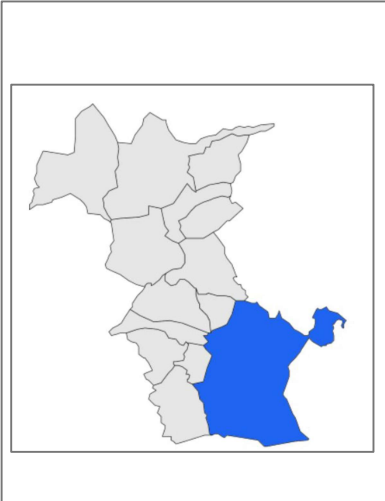
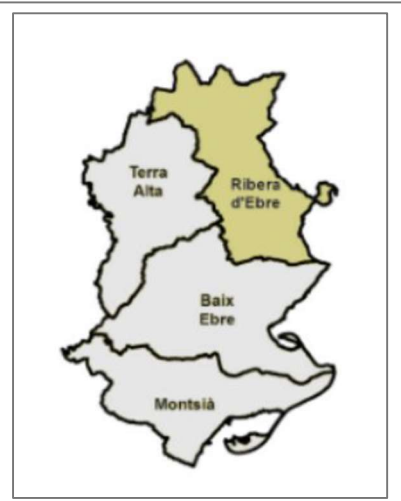
111

- Edgar Baró Rius
- Enginyer Tècnic Industrial Col. 26.954

DOCUMENT 2. PLÀNOLS

ÍNDEX DOCUMENT 2 – PLÀNOLS

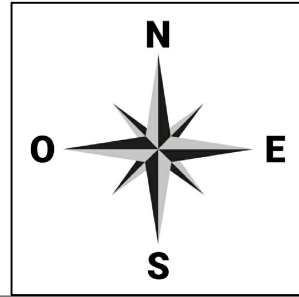
1.	Situació	113
2.	Emplaçament.....	114
3.	Distribució panells	115
4.	Esquema unifilar.....	116



REFERÈNCIA CADASTRAL
9658408CF0495H0001TZ

CARRER COSTA DE L'ERA, 18
43746 - TIVISSA (TARRAGONA)

COORD. UTM HUSO 31:
X= 309520 Y= 4545763



PROJECTE m 0 1,0 2,0 3,0 4,0 5,0

Situació
PLANTA

01

PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PLAQUES SOLARS FOTOVOLTAIQUES

PROJECTE

Emplaçament

C/ Costa de l'Era, 18
43746 | Tivissa
Tarragona

Promotor

Ajuntament de Tivissa
CIF P4315200H

Enginyer

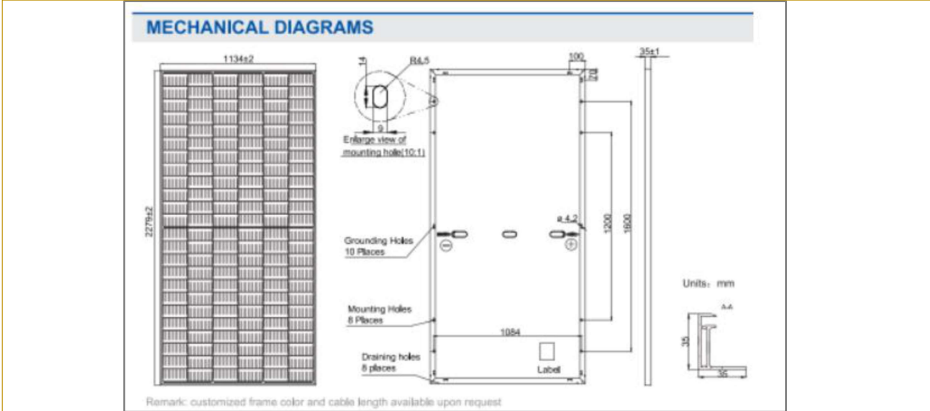
Edgar Baró Rius
Col.: 26.954

DIN A3 - sense escala

ENGIBAR, S.L.U. | C. CASA TARRUELLA SN | 25216 IVORRA | tf: +34 600002253 | hola@engibar.com | www.engibar.com

Ivorra, 28 d'octubre de 2022

CARACTERÍSTIQUES DEL MÒDUL FOTOVOLTAIC



CARACTERÍSTIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ

MÒDUL UTILITZAT:

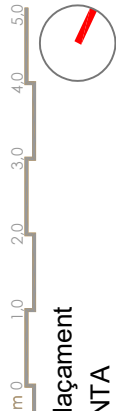
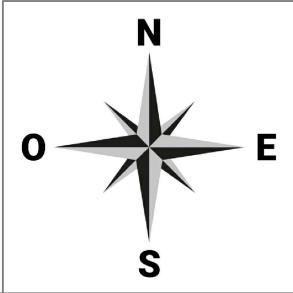
- MARCA: JA SOLAR
- MODEL: JAM72S30
- POTÈNCIA: 550W
- TIPUS: MONOCRISTAL·LÍ
- DIMENSIONS: 2,279 x 1,134 x 0,035

POTÈNCIA TOTAL INSTAL·LACIÓ

- 159 mòduls de 550W= 87,45kWp



CARRER COSTA DE L'ERA, 18 - 43746
TIVISSA (TARRAGONA)



Emplaçament
C/ Costa de l'Era, 18
43746 | Tivissa
Tarragona

Promotor
Ajuntament de Tivissa
CIF P4315200H

Enginyer

Edgar Baró Rius
Col.: 26.954

DIN A3 - sense escala

ENGIBAR, S.L.U. | C. CASA TARRUELLA SN | 25216 IVORRA | tf: +34 600002253

Ivorra, 28 d'octubre de 2022
hola@engibar.com | www.engibar.com

CARACTERÍSTIQUES INVERSOR 40kW

INVERSOR:

- MARCA:

HUAWEI

- MODEL:

SUN2000-40KTL-M3

- NOMBRE:

1 UNITATS

- POTÈNCIA PIC INSTAL·LADA:

44,00kW

- POTÈNCIA TOTAL NOMINAL:

40kW

SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAIC

DISPOSICIÓ MÒDULS:

COPLANARS

TIPUS DE COBERTA:

PANELL SANDWITCH

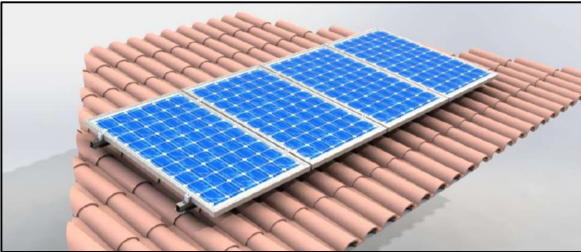
INCLINACIÓ COBERTA:

15°

ORIENTACIÓ MÒDULS:

SUD-EST I SUD OEST

TIPUS ESTRUCTURA I FIXACIONS

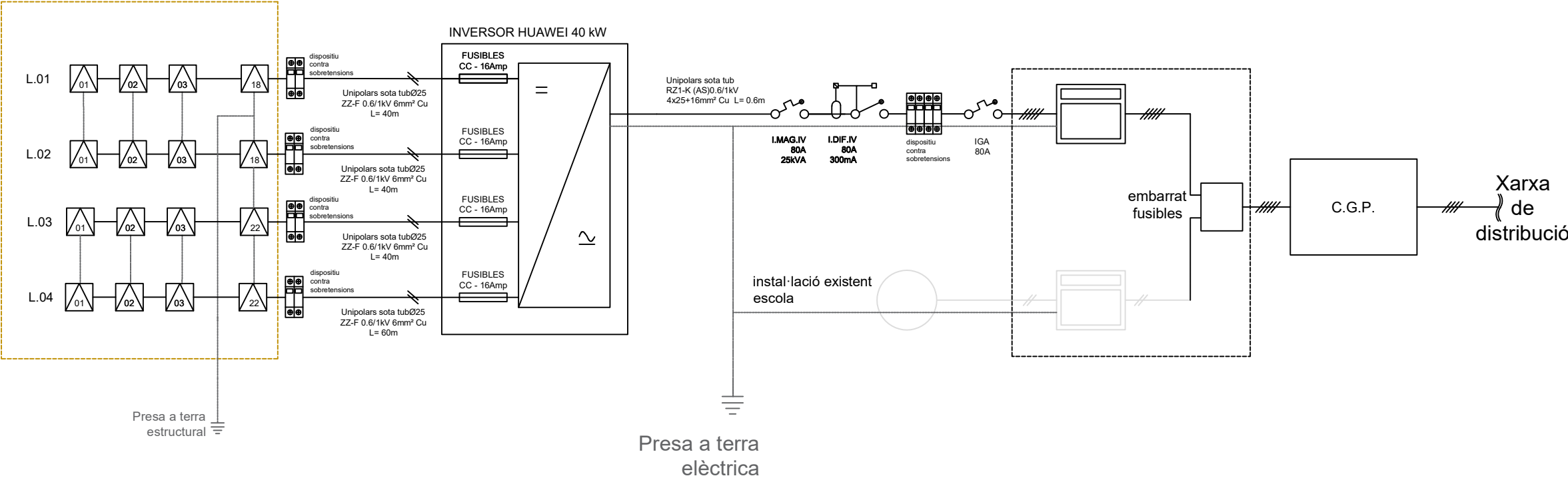






ESQUEMA UNIFILAR INSTAL·LACIÓ

INSTAL·LACIÓ EXTERIOR



PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PLAQUES SOLARS FOTOVOLTAIQUES

PROJECTE 04
Esquema Unifilar
Fotovoltaica 40kW autoconsum col·lectiu

Emplaçament
C/ Costa de l'Era, 18
43746 | Tivissa
Tarragona

Promotor

Ajuntament de Tivissa
CIF P4315200H

Enginyer

Edgar Baró Rius
Col·l: 26.954

DIN A3 - sense escala

ENGIBAR, S.L.U. | C. CASA TARRUELLA SN | 25216 IVORRA | tf: +34 600002253 | hola@engibar.com | www.engibar.com

Ivorra, 23 De desembre de 2022

DOCUMENT 3 – PLEC DE CONDICIONS

PLANTA FOTOVOLTAICA DE 40kW NOMINALS EN MODALITAT DE CONSUM COL·LECTIU
PER A L'AJUNTAMENT DE TIVISSA

Redactat per

118

- Edgar Baró Rius
- Enginyer Tècnic Industrial Col. 26.954

DOCUMENT 3. PLEC DE CONDICIONS

ÍNDIX DOCUMENT 3 – PLEC DE CONDICIONS

1. Objectiu.....	120
1.1 Documents contractuals i informatius.....	120
2. Disposicions tècniques	120
2.1 Reglaments.....	120
2.2 Normativa.....	121
3. Condicions tècniques.....	122
3.1 Pla de seguretat i salut d'obra	122
3.2 Materials	122
3.2.1 Condicions generals	122
3.2.2 Qualitat dels materials	123
3.3 Execució de la instal·lació.....	129
3.3.1 Condicions generals	129
3.3.2 Muntatge dels elements	129
3.3.3 Proves i assajos	130
3.4 Condicions de manteniment i d'ús.....	130
4. Disposicions generals	131
4.1 Condicions de la direcció tècnica	131
4.2 Empresa instal·ladora o contractista.....	131
4.3 Garantia d'execució.....	131
4.4 Resum de les condicions facultatives.....	132

1. Objectiu

Aquest document determina les condicions constructives a les que s'haurà de subjectar el contractista per l'execució de les obres, així com les instruccions que dicta el Director de l'Obra per resoldre les possibles dificultats que es presentin durant aquesta. També recull les normatives a les quals està sotmès el present projecte

Tot constructor/instal·lador queda somes al compliment de les prescripcions tècniques exposades en aquesta documentació. En cas que no sigui així, s'eximeix al projectista de tota responsabilitat. En cas de canvi de qualsevol material o especificació descrita a continuació, s'haurà d'especificar a la direcció tècnica abans de procedir a la realització de l'anomenat canvi.

És d'obligació pel constructor executar quan sigui necessari per la bona construcció i aspecte de les obres, tot i que no es trobi expressament estipulat en el plec de condicions i dins dels límits de possibilitats que els pressuposts determinin per cara unitat d'obra i tipus d'execució.

En tot el referent a l'adquisició, recepció i ús dels materials que s'utilitzin a l'obra, el contractista s'ajustarà a l'especificat en els apartats corresponents del present plec de condicions. El mateix succeirà amb el referent als materials no utilitzables i als materials i aparells defectuosos.

1.1 Documents contractuals i informatius

Aquest projecte està format per documents contractuals com ara la memòria, els plànols, el plec de condicions i l'estat d'amidaments. Aquests documents són d'obligat compliment i en cas de no ser així l'empresa projectista no assumirà cap tipus de responsabilitat.

A més, el projecte està format pel pressupost, aquest document és de caràcter informatiu, per tant, no és d'obligat compliment però és recomanable.

En cas d'error o incompatibilitat amb els diferents documents que conté aquest projecte, prevaldrà la informació descrita en aquest apartat del present document.

120

2. Disposicions tècniques

2.1 Reglaments

Per realitzar la part que inclou tota la instal·lació elèctrica de la planta solar fotovoltaica s'han tingut en compte totes i cadascuna de les especificacions contingudes en el reglament electrotècnic per baixa tensió (REBT).

Per la redacció del present document s'han seguit les instruccions descrites en el Plec de Condicions Tècniques d'Instal·lacions Connectades a Xarxa, redactat per "*Instituto para la Diversificación Y Ahorro de la Energía*" (IDAE).

2.2 Normativa

Per la redacció del present projecte s'ha tingut en compte les següents reglamentacions i normatives:

- Decret 2617/1966, del 20 d'octubre sobre autorització d'instal·lacions elèctriques.
- Ordre Reial Decret Legislatiu 1985/2225, del 5 de setembre, sobre les normes administratives i tècniques de funcionament i connexió a xarxes elèctriques d'autogeneració elèctrica.
- Reial Decret 2018/1997, del 26 de desembre, per el que s'aprova el Reglament de punts de mesura dels consums d'energia elèctrica.
- Llei 54/1997, del 27 de novembre, sobre el sector elèctric.
- Reial Decret 2818/1998, del 23 de desembre, sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions proveïdes per recursos d'energia renovables, residus i cogeneració.
- Reial Decret 1955/2000, de l'1 de Desembre, per el que es regulen les activitats de transport, distribució i comercialització.
- Decret 3275/1982, del 12 de novembre, reglament sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques, Subestacions i centres de transformació.
- Reglament Electrotècnic de Baixa tensió, Reial Decret 842/2002, del 2 d'agost, i les instruccions tècniques complementaries ITC-BT-02, 03, 04, 05, 08, 10, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 30 i 40.
- Norma UNE 20.460 així com les diferents normes UNE incloses en el REBT.
- Reial Decret 1663/2000, del 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió.
- Reial Decret 352/2001, del 18 de desembre, sobre el procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectada a la xarxa elèctrica.
- Resolució del 31 de maig del 2001 de la direcció general de política energètica i mines per la que s'estableix model de contracte tipus i model de factura per les instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a la xarxa de baixa tensió.
- Reial decret 314/2006, del 17 de març, on s'aprova el codi tècnic de l'edificació CTE.
- Reial Decret Llei 1/2012, del 27 de gener, en el que s'estableixen nous paràmetres de retribució elèctrica per instal·lacions regim especial.
- Reial Decret Llei 9/2013, del 12 de juliol, en el que s'adopten mesures urgents per l'estabilitat financera en el sistema elèctric espanyol.
- Ordre IET/1045/2014, del 16 de juny, en el que s'aproven els paràmetres retributius de les instal·lacions tipus aplicables a instal·lacions de producció en regim especial.

3. Condicions tècniques

3.1 Pla de seguretat i salut d'obra

El contractista està obligat a seguir les condicions que garanteixin la seguretat en el treball i la seguretat pública. Per tant, haurà de seguir les condicions que indica la Llei 31/1995 sobre prevenció de riscos laborals.

En cas d'accident a l'hora d'execució de l'obra el contractista haurà d'actuar segons la llei i en cas d'incompliment serà l'únic responsable.

S'hauran de seguir les següents mesures:

- Les proteccions i mesures preventives hauran de seguir normativa vigent.
- Es prohibirà l'entrada a tota persona aliena a l'obra.
- Es senyalitzarà i tancarà el perímetre de l'obra així com punts de perill particulars dins de l'obra.
- Tots els treballadors hauran d'utilitzar roba de treball adequada per les tasques realitzades.

3.2 Materials

3.2.1 Condicions generals

122

Per l'elecció dels materials s'ha seguit la norma UNE-EN 61173/1998 (per a la protecció contra sobretensions dels sistemes fotovoltaics productors d'energia) i la norma UNE-EN 61194/1997 (que recull els paràmetres característics dels sistemes fotovoltaics autònoms), conjuntament amb altres normatives que s'aniran especificant.

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

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

S'assegurarà que tots els equips, components i materials comptin amb el marcat CE.

El funcionament de les instal·lacions fotovoltaiques no podrà provocar ni averies a la xarxa, ni disminucions de seguretat ni alteracions superiors a les admeses per la empresa de subministrament elèctric. El funcionament d'aquestes instal·lacions tampoc podrà donar peu a condicions de risc de treball en el manteniment i explotació de la xarxa de distribució.

Tots els equips i components hauran de ser adequats per un treball a l'exterior i resistent als rajos ultraviolats, complint així la normativa UNE-EN 61439 (en cas de ser necessari, aquests equips s'haurien de protegir).

S'inclouran tots els elements necessàries de seguretat i proteccions pròpies de les persones i de la instal·lació fotovoltaica, homologades segons la legislació vigent, per assegurar la protecció en front a contactes directes i indirectes, curtcircuits i sobrecàrregues.

Per motius de seguretat i operació dels equips, els indicadors, etiquetes, etc... d'aquests estaran en alguna de les llengües espanyoles oficials del lloc de la instal·lació.

3.2.2 Qualitat dels materials

En la Memòria de disseny o Projecte, s'inclouran totes les especificacions tècniques proporcionades pels fabricants de tots els components, s'utilitzaran únicament materials i equips homologats segons normes UNE o similars vigents a la CEE.

Pel muntatge i disposició es compliran les normes prescrites al Reglament Vigent al respecte (Reglament Electrònic de Baixa Tensió i Instruccions Tècniques Complementàries).

3.2.2.1 Generador fotovoltaic

S'instal·laran els mòduls especificats al projecte, amb les característiques descrites al mateix. Tots els mòduls hauran de satisfer les especificacions UNE-EN 61215 per mòduls de silici cristal·lí i estar certificats per algun laboratori reconegut (com per exemple, el *Laboratorio de Energia Solar Fotovoltaica del Departamento de Energias Renovables* del CIEMAT).

Els mòduls hauran de complir amb les especificacions d'aquest apartat. En cas contrari s'haurà d'incloure en la memòria de sol·licitud i de disseny o projecte un apartat justificatiu dels punts objecte d'incompliment i la seva acceptació per part d'IDAE.

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

Hauran de complir també la normativa UNE-EN 61730, harmonitzada per la Directiva 2006/95/CE, sobre qualificació de la seguretat de mòduls fotovoltaics, i la norma UNE-EN 50380 sobre informacions de les fulles de dades i de les plaques de característiques pel mòduls fotovoltaics. Addicionalment, en funció de la tecnologia del mòdul, aquest haurà de satisfer les següents normes:

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

Els mòduls fotovoltaics que es trobin integrats en l'edificació, a part de que han de complir la normativa indicada anteriorment, han de complir amb el previst a la Directiva 89/106/CEE del

Consell, del 21 de desembre de 1988, relativa a la aproximació de les disposicions legals, reglamentaries i administratives dels Estats membres sobre els productes de construcció.

- El mòdul fotovoltaic portarà de forma clarament visible el model i nom/logotip del fabricant i una identificació individual i/o número de sèrie.
- Hauran de portar també els díodes de derivació per evitar possibles averies de les cèl·lules i els seus circuits per ombrejos parcials i tindran un grau de protecció IP65.
- Perquè un mòdul resulti acceptable, la seva màxima potència i corrent de curtcircuit real referides a condicions estàndards hauran d'estar compreses al marge del $\pm 5\%$ dels corresponents valors nominals del catàleg.
- Serà rebutjat qualsevol mòdul que presenti defectes de fabricació com trencaments, taques en qualsevol dels seus elements, falta d'alineació en les cèl·lules o bombolles en el encapsulant.
- L'estructura del 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 la desconexió de forma independent de cadascuna de les branques del generador.

3.2.2.2 Inversor

Els inversors seran els adequats per la connexió a la xarxa elèctrica, amb una potència d'entrada variable perquè ser capaços d'extreure en tot moment la màxima potència que el generador fotovoltaic pot proporcionar al llarg del dia.

Les característiques bàsiques dels inversors:

- Principi de funcionament: font de corrent
- Auto-commutats.
- Seguiment automàtic del punt de màxima potència del generador.
- No funcionaran en illa o de manera aïllada.

Les normatives que hauran de seguir els inversors són les següents:

- Norma UNE-EN 62093: components d'acumulació, conversió i gestió d'energia de sistemes fotovoltaics. Qualificació del disseny i assajos ambientals.
- Norma UNE-EN 61683: Sistemes fotovoltaics, condicionadors de potència.
- Norma IEC 62116: Procediment de prova de mesures de prevenció d'illa per a inversors fotovoltaics interactius de serveis públics.

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

- Curtcircuits en corrent alterna.
- Tensió de xarxa fora de rang.
- Freqüència de xarxa fora de rang.

- Sobretensions, mitjançant varistors o similars.
- Pertorbacions presents a la xarxa com micro-talls, polsos, defectes de cicles, absència i retorn a la xarxa, etc...

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

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

Les característiques elèctriques dels inversors són les següents:

- L'inversor seguirà entregant potència a la xarxa de forma continuada en condicions d'irradiància solar un 10% superiors a les CEM. També 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 alterna igual al 50% i al 100% de potència nominal, serà com a mínim del 92% i del 94% respectivament.
- 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 generada haurà de ser superior a 0,95, entre el 25% i el 100% de la potència nominal.

125

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

- Encesa i apagat general de l'inversor.
- Connexió i desconexió de l'inversor a la interfície CA.

Els inversors tindran un grau de protecció segons el lloc en estiguin situats (sempre complint la legislació vigent):

- Protecció mínima IP20: per inversors a l'interior d'edificis i llocs inaccessibles.
- Protecció mínima IP30: per inversors a l'interior d'edificis i llocs accessibles.
- Protecció mínima IP65: per inversors instal·lats a la intempèrie

Els inversors estaran garantits per poder ser utilitzats entre 0°C i 40°C de temperatura i entre el 0% i el 85% d'humitat relativa.

3.2.2.3 Estructura de suport

S'instal·laran les estructures que queden especificades en el projecte, a més, hauran de complir amb les especificacions d'aquest apartat. En cas contrari s'haurà d'incloure en la memòria de sol·licitud i

de disseny o projecte un apartat justificatiu dels punts objecte d'incompliment i la seva acceptació per part d'IDAE.

- Els suports estaran dissenyats per resistir les sobrecarregues de vent i neu.
- El disseny i la construcció de l'estructura haurà de permetre les necessàries dilatacions tèrmiques sense malmetre la integritat física dels mòduls.
- Els punts de subjecció per al mòdul fotovoltaic seran suficients en número, tenint en compte l'àrea de suport i posició relativa, de forma que no es produeixin flexions en els mòduls superiors a les permeses pel fabricant i els mètodes homologats pel model del mòdul.
- El disseny de l'estructura es realitzarà per l'orientació i l'angle d'inclinació específic pel generador fotovoltaic, sempre tenint en compte la possibilitat o necessitat de substitució d'elements.
- L'estructura es protegirà superficialment contra l'acció d'agents ambientals (la realització de trepants en l'estructura es realitzarà abans de procedir, en el seu cas, al galvanitzar o protecció de l'estructura).
- Els cargols seran d'acer inoxidable i en el cas que l'estructura sigui galvanitzada, s'admetran cargols galvanitzats, exceptuant la subjecció dels mòduls a l'estructura, que seran sempre d'acer inoxidable.
- Els topes de subjecció dels mòduls i la pròpia estructura no haurà de crear ombres no contemplades prèviament sobre els mòduls.
- Els suports hauran de tenir un espessor mínim de 80 micres per eliminar necessitats de manteniment i prolongar la seva vida útil.

126

Depenent del tipus de material que constitueixi l'estructura de suport, les normes seran les següents:

- Perfils d'acer laminat conformat en fred: Normes UNE-EN 10219-1 i UNE-EN 10219-2, per garantir totes les característiques mecàniques i de composició química.
- Perfils galvanitzats en calent: Normes UNE-EN ISO 14713 (parts 1, 2 i 3) i UNE-EN ISO 10684. Els espessors compliran amb els mínims exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

En el cas d'utilitzar-se seguidors solars, aquests incorporaran el mercat CE i compliran el previst en la Directiva 98/37/CE del Parlament Europeu i del Consell, del 22 de juny del 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 del Parlament Europeu i del Consell, del 17 de maig del 2006, relativa a les màquines.

3.2.2.4 Cablejat

Pel cablejat de la instal·lació tenim dos trams, el tram de cablejat de corrent continua i el tram de cablejat de corrent alterna tal i com observem a continuació.

- Cablejat de corrent continua: s'utilitzaran cables de RV-K amb tensió assignada 0,6/1 kV amb conductor de coure amb aïllament de polietilè reticulat i coberta de policlorur de vinil ja que el cable estarà a la intempèrie sobre safata segons la norma UNE 21123-2.
Els empalmes o derivacions en aquest tram es faran amb una protecció mínima de IP 44.
Les safates Pensa utilitzades són d'acer galvanitzat en calent, hauran de ser resistents a la corrosió i als impactes.
- Cablejat corrent alterna: pel segon tram de la instal·lació a la sortida de les caixes de connexió de grup s'utilitzaran canaletes de la marca UNEX de PVC amb protecció contra impactes, presència d'humitat i pluja, corrosió atmosfèrica, raig UV, vent i temperatura (superior a temperatura ambient estiu i gelades hivern).
No serà necessària la posada a terra de les canals.

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

Tal i com s'ha comentat, els cables tindran la secció adequada per evitar caigudes de tensió i escalfaments. Concretament, per a qualsevol condició de treball, els conductors hauran de tenir la secció suficient perquè la caiguda de tensió sigui inferior al 1,5%.

El cable haurà 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 corrent continua serà de doble aïllament i adequat pel seu ús a l'exterior, a l'aire o enterrat, d'acord amb la normativa UNE 21123.

3.2.2.5 Presa a terra

Totes les instal·lacions compliran amb lo disposat al RD 1699/2011, del 18 de novembre, (article 15) sobre les condicions de connexió a terra en instal·lacions de producció energètica de baixa potència.

Totes les instal·lacions fotovoltaïques tant de secció continua com alterna, estaran connectades a una única terra. Aquesta terra serà independent de la del neutre de la empresa distribuïdora, d'acord amb el REBT.

3.2.2.6 Connexió a la xarxa

Totes les instal·lacions de fins a 100 kW compliran amb lo disposat al RD 1699/2011, del 18 de novembre, (articles 8 i 9) sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques connectades a la xarxa de baixa tensió.

3.2.2.7 Mesures i proteccions

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

Totes les instal·lacions compliran amb lo disposat al RD 1699/2011, del 18 de novembre, (article 14) sobre proteccions en instal·lacions de producció de petita potència.

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

Tots els quadres elèctrics seran nous i s'entregaran sense cap defecte. Han d'estar dissenyats segons els requisits especificats en el Reglament Electrotècnic per Baixa Tensió i amb les recomanacions de la Comissió Electrotècnica Internacional (CEI). Cada circuit a la sortida del quadre estarà protegit contra sobrecàrregues i curtcircuits. La protecció contra corrents de defecte fins a terra segons la ICT-BT-24.

Els interruptors seran de ruptura a l'aire i de dispar lliure i tindran un indicador de posició. Els fusibles de protecció seran d'alta capacitat de ruptura i d'acció ràpida per evitar malmetre la instal·lació. No seran admissibles elements en els que la reposició del fusible pugui suposar un perill d'accident. Estarà muntat sobre una empunyadura que pugui ser retirada fàcilment des de la base.

Els seccionadors en carrega seran de connexió i desconnexió brusca, les dues independents de l'acció de l'operador. Els seccionadors seran aquedats per servei continu i capaços d'obrir i tancar el corrent nominal a tensió nominal amb un factor de potència igual o inferior al 0,7.

La connexió a terra de les diferents parts de la instal·lació (generador fotovoltaic, instal·lació en corrent altern i centre de transformació) haurà de seguir les especificacions indicades a la memòria.

3.2.2.8 Harmònics i compatibilitat electromagnètica

128

Totes les instal·lacions compliran amb lo disposat al RD 1699/2011, del 18 de novembre, (article 16) sobre harmònics i compatibilitat electromagnètica en instal·lacions de baixa potència.

3.2.2.9 Dispositius de comandament i maniobra

Els dispositius de comandament, telecomandament i maniobra que formen part de les instal·lacions del present projecte, compliran amb les normes i recomanacions vigent, entre els quals es descriuen els següents:

- Interruptors
- Commutadors
- Polsadors
- Preses de corrent

3.3 Execució de la instal·lació

3.3.1 Condicions generals

Les instal·lacions elèctriques de baixa tensió seran executades per instal·ladors elèctrics autoritzats per l'exercici d'aquesta activitat segons el Decret 141/2009 i instruccions tècniques complementaries ITC del RBT i haurà de realitzar-se segons el que s'estableix en el present document i a la reglamentació vigent.

Per tant, tots els materials, aparells, maquinària i conjunts integrats en els circuits d'instal·lació projectada compleixen les normes, les especificacions tècniques i homologacions que són establertes d'obligat compliment pel Ministeri de Ciència i Tecnologia.

La direcció tècnica rebutjarà totes aquelles parts de la instal·lació que no compleixin els requisits per elles exigides, obligant a l'empresa instal·ladora autoritzada o contractista a substituir-les al seu càrrec.

S'instal·laran tots els elements necessaris de seguretat i proteccions per les persones i per la pròpia instal·lació fotovoltaica, assegurant la protecció davant de contactes directes e indirectes, curtcircuits o sobrecarregues.

La instal·lació serà realitzada per personal competent, utilitzant els medis tècnics actuals per aquest tipus de treball, procurant sempre la millor execució i la obtenció de la millor qualitat possible.

La instal·lació s'ajustarà als plans, materials i qualitats d'aquest projecte, excepte en ordre facultativa i en contra.

129

3.3.2 Muntatge dels elements

Els mòduls fotovoltaics es muntaran seguint en tot moment les especificacions que indica tant els plànols com el projecte. Hauran de seguir exactament la inclinació, orientació i posició esmentada en tots els casos.

Si en algun moment hi ha desperfectes sobre algun dels mòduls el contractista haurà de notificar a la direcció tècnica abans de realitzar cap canvi.

El centre integrat mentre que duri l'obra haurà de romandre a un rang de temperatura compres entre 0 i 40 °C. Es realitzarà primer la connexió de la part de CA i posteriorment la part del camp solar respectant sempre la polaritat d'aquest, és a dir, connectant primer el pol positiu del panell fotovoltaic al pol positiu de l'inversor i el pol negatiu del panell al pol negatiu de l'inversor.

La instal·lació dels equips de mesura seguirà la ITC-BT16 del RBT.

En tot moment la instal·lació elèctrica haurà d'estar correctament senyalitzada i haurà de disposar de les advertències i instruccions necessàries que impedeixen errors d'interpretació, maniobres incorrectes i contactes accidentals amb elements de tensió o qualsevol altre tipus d'accident.

Totes les màquines, aparells principals, panells de quadres i circuits hauran d'estar diferenciats entre si amb marques clarament establertes, senyalitzats mitjançant ròtols de dimensionats i estructures apropiades per llegir-los de manera fàcil i entenedora. Particularment, han d'estar senyalitzats tots

els elements de condicionament dels aparells de maniobra i els propis aparells inclouen la identificació de les posicions d'obertura i tancament.

3.3.3 Proves i assajos

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

El director tècnic de la instal·lació podrà establir quantes proves i assajos creu convenient amb els materials utilitzats, per comprovar la seva qualitat, tenint que ser substituïts els que al seu judici no reuneixin les condicions establertes en aquest projecte (ja sigui per mala qualitat dels materials o per mala execució de la instal·lació).

Les proves reglamentaries que es realitzaran seran les següents:

- Continuitat dels conductors actius i dels conductors de protecció i posada a terra.
- Resistència de les connexions dels conductors de protecció i de les connexions d'equipotencialitat.
- Resistència de la posada a terra.
- Funcionament de tots els subministraments complementaris (si n'hi ha).

L'instal·lador també haurà de realitzar les següents proves:

- Funcionament i posada en marxa de tots els sistemes.
- Proves d'arrencament i parada en diferents instants del funcionament.
- Proves dels elements i mesures de protecció, seguretat i alarma, també la seva actuació, amb excepció de les proves referides a l'interruptor automàtic de la desconexió.
- Determinació de la potència instal·lada, d'acord amb el procediment descrit a l'Annex 1 del Plec de condicions tècniques d'instal·lacions connectades a la Xarxa del I.D.A.E.

130

3.4 Condicions de manteniment i d'ús

El titular de la instal·lació elèctrica no està autoritzat a realitzar operacions de modificació, reparació o manteniment. Aquestes actuacions les haurà de realitzar una empresa instal·ladora autoritzada.

Durant la vida útil de la instal·lació, els propietaris hauran de mantenir permanentment en bon estat la seguretat i funcionament de les seves instal·lacions, utilitzant-les d'acord amb les seves característiques funcionals.

El titular de la instal·lació haurà de presentar un contracte de manteniment amb una empresa instal·ladora autoritzada inscrita en el corresponent registre administratiu, en el que figuri expressament el responsable tècnic de manteniment com queda establert en les Instruccions i guia sobre la legalització de instal·lacions elèctriques de baixa tensió (Annex VII del Decret 141/2009). D'aquesta manera, s'aconseguirà no perdre rendiment en els diferents equips de la instal·lació. A més, s'aconsella indispensable una neteja periòdica dels mòduls fotovoltaics.

4. Disposicions generals

4.1 Condicions de la direcció tècnica

La Direcció Tècnica és la màxima autoritat en la instal·lació. Amb independència de les responsabilitats que l'exclouin legalment, serà l'únic amb capacitat legal per adoptar o introduir les modificacions de disseny, constructives o canvi de materials que considera justificades i siguin necessàries pel bon desenvolupament de la instal·lació.

La Direcció Tècnica es responsabilitza de que els productes, sistemes i equips que formin part de la instal·lació disposin de la documentació necessària, així com els certificats de conformitat com les normes UNE, EN, CEI o altres que s'utilitzin.

4.2 Empresa instal·ladora o contractista

L'empresa instal·ladora o contractista és la persona física o jurídica legalment establerta i inscrita en el registre industrial que utilitzen els mitjans i organització i sota la tutela de la direcció tècnica realitzarà les activitats industrials relacionades amb l'execució de l'obra, la instal·lació, i manteniment d'aquesta.

- El contractista estarà obligat a complir amb el reglament d'higiene i seguretat en el treball i altres disposicions legals de caràcter social. A més el contractista haurà d'adoptar el màxim de mesures de seguretat per protegir els obres, públic, vehicles animals i propietats alienes de danys i perjudicis.
- El contractista estarà obligat a obtenir tots els permisos, llicències i dictàmens necessaris per l'execució del obra havent d'abonar les taxes d' impostos derivats a ells.
- El contractista estarà obligat a complir amb els terminis que senyalin el contracte i seran improrrogables, de totes maneres en ocasions excepcionals es podrà valorar i arribar a modificar per exigències en la realització de la instal·lació.
- Si el contractista no compleix alguna d'aquestes mesures imposades per la direcció tècnica, aquesta tindrà disponibilitat total per prendre la decisió que cregui convenient.

4.3 Garantia d'execució

Tan el projectista com el contractista es comprometen a garantir un bon funcionament de la instal·lació amb una durada de 2 anys. En cas de que no fos així qualsevol reparació serà coberta pel responsable.

4.4 Resum de les condicions facultatives

Les condicions a tenir en compte són les següents:

- Presencia del constructor a l'obra

Durant la jornada legal de treball el contractista, per si mateix o per medi dels seus facultatius, representants o encarregats, estarà a l'obra o acompanyarà a l'Enginyer Director o al seu respectiu representant a les visites que faci a l'obra, posant-se a la seva disposició per la pràctica dels reconeixements que consideri necessaris i subministrant-los les dades precises per la comprovació de mesures o liquidacions.

- Treballs no estipulats expressament

És obligació de la contracta l'executar quan sigui necessari per la bona construcció i aspecte de les obres (tot i que no estigui expressament estipulat al Plec de Condicions) i sempre i quan no se separi en esperit ni recte de la interpretació i ho disposi l'Enginyer Director dins dels límits de possibilitats que els pressuposts determinen per cada unitat d'obra i tipus d'execució.

- Reclamacions contra ordres de l'Enginyer Director

Les reclamacions que el contractista vulgui fer contra les ordres donades per l'Enginyer Director només es podran presentar davant de la propietat, i a través del mateix si son d'ordre econòmic (contra disposicions d'ordre tècnic o facultatiu no s'admetrà cap reclamació).

- Qualitat dels operaris

Per cada treball específic es disposarà de mà d'obra especialitzada, i en possessió de la perceptiva autorització o titulació admesa per l'organisme procedent. Havent-se d'executar la instal·lació a satisfacció del Director de l'Obra. En cada cas la qualitat de la mà d'obra estarà d'acord amb la finalitat del treball a realitzar, podent el Director de l'Obra, si ho creu oportú, exigir la presentació de la cartilla professional, o proves necessàries per acreditar el compliment d'aquesta condició.

- Ordre dels treballs

En general, la determinació de l'ordre dels treballs serà facultat potestativa de la contracta, excepte aquells casos en que, per circumstàncies d'ordre tècnic o facultatiu, l'Enginyer Director estimi convenient la seva variació.

Aquestes ordres es comunicaran a la contracta i aquesta estarà obligada al seu compliment estricte, sent directament responsable de qualsevol dany o perjudici que pugui sobrevenir pel seu incompliment.

- Recepció dels materials

Els materials seran reconeguts i assajats de la forma que cregui convenient la Direcció d'Obra, sense el requisit del qual no podran utilitzar-se, corrent els gestos a càrrec del contractista. Tot i això, la responsabilitat del contractista està obligada a facilitar a la Direcció d'Obra mostres de cada material, així com certificats de les cases de subministrament.

- Cas de que els materials no compleixin les condicions exigides

En aquest cas, el contractista farà el que s'ordini per escrit per part del Director d'Obra, no podent instal·lar-se sense prèvia i concreta autorització del mateix.

- Materials no especificats

No podran ser empleats a l'obra, sense haver sigut reconeguts pel Director d'Obra, que podrà rebutjar-los, si així ho creu, les condicions exigibles, sense que el contractista tingui dret a reclamació alguna.

- Facilitats per inspecció

El contractista facilitarà al Director d'Obra o als seus delegats qualsevol inspecció de replanteig, proves materials i mans d'obra, permetent així l'accés a qualsevol part de l'obra o taller que produeixi materials o realitzi treballs per l'obra.

133

- Materials

Tots els materials seran prescrits a la memòria i plànols del present projecte, utilitzant-se únicament materials i equips homologats segons les normes UNE o similars vigents al CEE. En les seves característiques, muntatges i disposicions es compliran les normes prescrites a la Reglamentació Vigent al respecte (RE de BT i instruccions complementàries, NBE-CPI/96, ITIC, etc...).

- Despeses de les proves

Seràn per compte del contractista els gestos ocasionats per les proves i assajos que el Tècnic encarregat de l'obra faci dels materials, màquines o elements diversos que intervinguin a l'obra, en tant se subjectin a la pràctica corrent.

- Manera d'abonar les obres incompletes

Quan per escissió o per alguna altre causa fos precís valorar obres incompletes, s'aplicaran els preus del pressupost General del Projecte, o en el seu cas, el pressupost prèviament acceptat, sense que es pugui pretendre la valoració de cada unitat d'obra en una altre forma establerta en el pressupost. En cap d'aquests casos el contractista tindrà dret a alguna reclamació fundada per la insuficiència dels preus senyalats o en omissions de qualsevol dels elements que constitueixi, els referits preus.

- Recepció de les obres i liquidació final

La recepció final de les obres serà efectuada una vegada es consideri acabada i en servei tota la instal·lació, la recepció definitiva s'efectuarà passat el termini de dotze mesos, comptats a partir de la data de recepció provisional.

- Rescissió i traspàs del contracte

El contractista no podrà en cap cas traspassar el contracte, ni donar els treballs a terceres persones sense prèvia autorització.

Si el contractista morís i es declarés en suspensió de pagaments o fallida, no queda rellevat tot el compromís cap als successors o hereus, que si seguiran sent els responsables fins que acabin les garanties estipulades per part dels treballs que el contractista hagués realitzat.

- Indemnització als propietaris afectats

El contractista serà responsable dels danys que es puguin produir per negligència o descuit del seu personal.

- Accidents de treball

El contractista serà responsable del compliment de totes les disposicions vigents sobre accidents de treball

- Rescissió del contracte

Si el contractista no compleix alguna de les condicions estipulades a judici del Tècnic Director de l'Obra, ordres de les quals han de ser atestes pel contractista, l'Enginyer Director es reserva el dret de rescindir el contracte que, en base a aquestes especificacions, es subscriurà.

134

Ivorra, desembre de 2022

L'ENGINYER TÈCNIC INDUSTRIAL

EDGAR BARÓ RIUS

Núm. Col·legiat: 26.954 del Col·legi Oficial d'Enginyers
Tècnics Industrials de Catalunya.

DOCUMENT 4 – PRESSUPOST

PLANTA FOTOVOLTAICA DE 40kW NOMINALS EN MODALITAT DE CONSUM COL·LECTIU
PER A L'AJUNTAMENT DE TIVISSA

Redactat per

136

- Edgar Baró Rius
- Enginyer Tècnic Industrial Col. 26.954

DOCUMENT 4. PRESSUPOST

ÍNDEX DOCUMENT 4 – PRESSUPOST

Pressupost instal·lació	138
-------------------------------	-----

PRESSUPOST INSTAL·LACIÓ CONSUM COL·LECTIU AJUNTAMENT TIVISSA

Num.	Codi	UM	Descripció	Preu €	Unitats	Import €
1	1.1	U	Mòdul fotovoltaic Instal·lació i muntatge dels mòduls fotovoltaics monocristal·lins JA SOLAR JAM72S30 de 550Wp o equivalent. Potència màxima: 550Wp Voc: 49,90V Vmp: 41,96 Isc: 14,00A Imp: 13,11A Eficiència: 21,3%	298,90	80	23.912,00
2	1.2	U	Estructura de suport Instal·lació i muntatge de l'estructura WÜRTH o equivalent coplanar metàl·lica per a la suportació dels mòduls a la coberta de l'escola	86,13	80	6.890,40
3	1.3	U	Inversor Instal·lació i muntatge de l'inversor HUAWEI SUN2000-40KTL-M3 o equivalent més mediador de potència. Potència nominal: 40kW Potència aparent CA: 44kW Rang de tensió d'entrada: 200V-1000V MPPT: 4 Número d'entrades: 8 Màx. eficàcia: 98,7% Grau de protecció: IP66	6.966,20	1	6.966,20
4	1.4	U	Proteccions Corrent Continua (CC) Instal·lació i muntatge de proteccions de corrent alterna. S'inclou: - Caixa de distribució metàl·lica 5x24 mòduls - Fusibles cilíndrics 15A - Portafusibles 1P 20A 1000VDC - Interruptor seccionador per cada sèrie de mòduls - Proteccions contra sobretensions	285,61	4	1.142,44
5	1.5	U	Proteccions Corrent Alterna (CA) Instal·lació i muntatge de proteccions de corrent alterna. S'inclou: - Caixa de distribució - Interruptor magneto tèrmic: 80A - Interruptor diferencial Classe A: 80A - Connexió a quadre de distribució - Materials de connexió a la xarxa - Transformador diferencial - Proteccions contra sobre tensions	637,96	2	1.275,92
6	1.6	M	Cablejat corrent continua Instal·lació i muntatge de cablejat amb conductor de coure flexible i aïllat amb doble capa tipus ZZ-F (AS) 1,8 KV 0,6/1KV AC de 6mm ²	5,83	700	4.081,00
7	1.7	M	Cablejat corrent alterna Instal·lació i muntatge de cablejat amb conductor de coure flexible i aïllat amb doble capa tipus RZ1-K(AS) 0.6/1KV XLPEde 35mm ²	5,89	50	294,50
8	1.8	U	Connexió presa a terra Connexió de la presa a terra de la instal·lació fotovoltaica. Inclou: - Cablejat de terra de: 35mm ² - 1 pica de presa a terra - Cablejat de coure nu - Borns - Cargols xapa auto-roscables - Connexió massa	1.125,15	1	1.125,15
9	1.9	U	Instal·lació comptador autoconsum col·lectiu Instal·lació i muntatge - Comptador bidireccional	1.980,70	1	1.980,70

			- Armari elèctric per comptador - Cablejat - Portafusibles + fusibles - Mà d'obra i muntatge d'instal·lació			
10	1.10	U	Monitorització i posada en marxa Monitorització i posada en marxa de la instal·lació solar fotovoltaica	1.536,77	1	1.536,77
11	2.1	U	Grua Ús de grua	600,00	1	600,00
11	3.1	U	Despeses de gestió punt de connexió Despeses de gestió del punt de connexió.	3.500,00	1	3.500,00
12	4.1	U	Legalització Legalització instal·lació fotovoltaica. Inclou: - Realització projecte per la legalització - Estudi del punt de connexió amb la distribuïdora - Tramitació i inscripció al Registre d'Instal·lacions Tècniques Industrials de Catalunya (RITSIC) - Tramitació del Registre d'Autoconsum de Catalunya (RAC) - Inspecció inicial per un òrgan de control autoritzat (OCA) - Taxes de la Generalitat de Catalunya	2.644,48	1	2.644,48
13	4.2	U	Seguretat i Salut Seguretat i salut: Execució de totes les activitats i subministrament d'equips col·lectius i individuals, i el seu manteniment tal i com s'estableix al Pla de Seguretat i Salut durant tota la duració dels treballs, complint amb la normativa vigent.	1.362,27	1	1.362,27
TOTAL						57.311,83

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTE

Descripció	Import €
PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL	57.311,83
13% Despeses generals SOBRE 57.311,83	7.450,54
6% Benefici Industrial SOBRE 57.311,83	3.438,71
Subtotal	68.201,08
21% IVA SOBRE 69.005,81	14.322,23
TOTAL PRESSUPOST PER CONTRACTE	82.523,31€

Aquest pressupost d'execució per contracte ascendeix a:

VUITANTA DOS MIL CINC CENTS VINT-I-TRES AMB TRENTA-UN CÈNTIMS.

Ivorra, desembre de 2022

L'ENGINYER TÈCNIC INDUSTRIAL

EDGAR BARÓ RIUS
Núm. Col·legiat: 26.954 del Col·legi Oficial d'Enginyers
Tècnics Industrials de Catalunya.