PROJECTE TÈCNIC
D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR D'AUTOCONSUM

INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100,98 kWp CONNECTADA A LA XARXA DE DISTRIBUCIÓ PER AUTOCONSUM COL·LECTIU

TITULAR

AJUNTAMENT DE TORRELAVIT

SITUACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ GENERADORA

C/ DE LES ESCOLES, 3
Torrelavit

tesling

índex

RESUM EXECUTIU DEL PROJECTE

MEMÒRIA

1. INTRODUCCIÓ I OBJECTE

1.1. Antecedents
1.2. Objecte
1.3. Contingut i abast del projecte
1.4. Autor del projecte

2. TITULAR DE LA INSTAL·LACIÓ

3. EMPLAÇAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ

4. REGLAMENTACIÓ I NORMATIVES

4.1. Classificació de la instal·lació segons REBT
4.2. Marc legal de la instal·lació segons el RD 244/2019
4.3. Classificació de la instal·lació

5. DADES DE PARTIDA

5.1. Dades del punt de subministrament existent de consum
5.2. Emplaçament de la instal·lació i coberta
5.3. Proposta del punt de connexió

6. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA

7. PLÀNOLS

8. SEGURETAT I SALUT I GESTIÓ DE RESIDUS

9. CONCLUSIÓ

CÀLCULS

PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES

ESTUDI BÀSIC DE SEGUREAT I SALUT

PLÀNOLS

PRESSUPOST i AMIDAMENTS

ANNEX

- Fotografies
- Documentació i fitxes tècniques dels equips

resum executiu de la instal·lació

A continuació es mostren les principals dades generals de la instal·lació, a mode de resum:

Dades generals	
Modalitat d'autoconsum	Autoconsum col·lectiu a través de xarxa de distribució
Potència pic de la instal·lació	100,98 kWp
Potència nominal de la instal·lació	100 kWn
Estructura	Coplanar amb mini-rails a xapa sandwich
Punt de connexió	Directament a xarxa de distribució
Tensió en el punt de connexió	3x230/400 V
Dades del camp fotovoltaic	
Nº mòduls	204
Potència pic d'un mòdul	495 Wp
Orientació (azimut) α	18º SO
Inclinació β	9º
Dades de l'inversor	
Nº d'inversors	1
Potència nominal de l'inversor	100 kW
Estimació de la producció fotovoltaica anual	
Energia elèctrica generada	137.133 kWh/any
Estalvi en tonelades de CO_2	65,96 $TnCO_2$/any (*)

(*) *Factor d'emissions de 0,481 $kgCO_2$/kWh segons el valor del factor d'emissió de l'electricitat a l'any 2005, any de referència del Pacte de les Alcaldies. Extret del programa sectorial Renovables 2030, de suport a inversions locals pel clima (DIBA).*

Els treballs a realitzar en aquesta instal·lació es poden agrupar en aquestes diferents fases:

a) Fixació dels suports mini-rail a la coberta i muntatge dels mòduls de manera coplanar.

b) Canalitzacions, cablejat i connexió elèctrica de tots els strings a l'inversor.

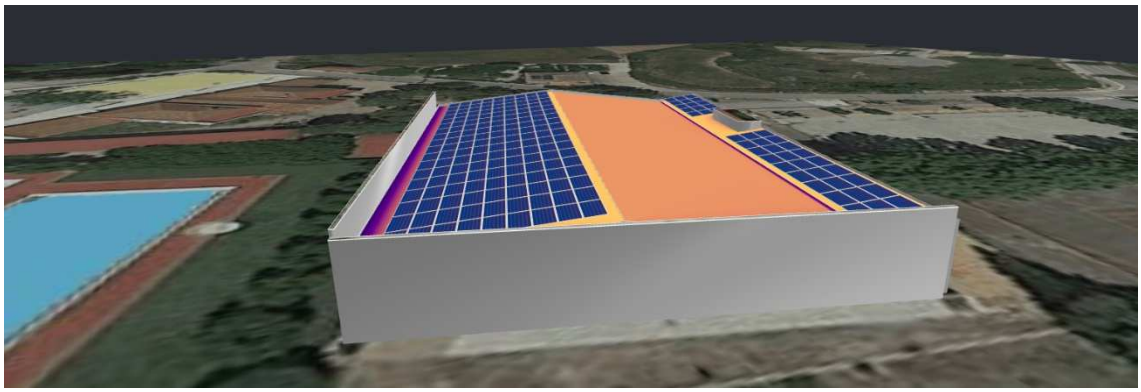
c) Connexió elèctrica de la sortida del quadre d'AC de l'inversor fins a la connexió l'equip de mesura de generació (TMF10 en un armari prefabricat de formigó).

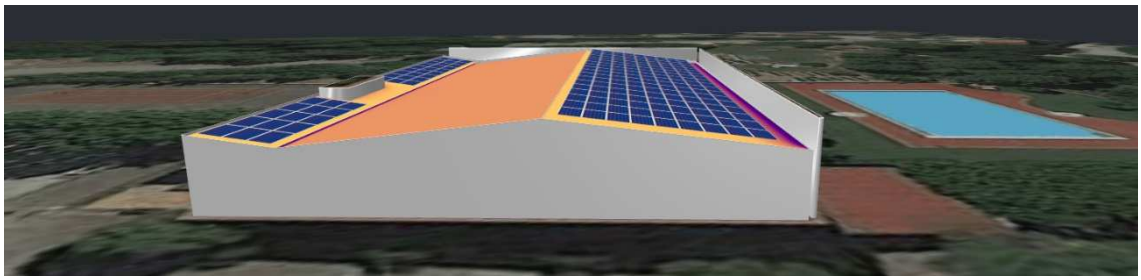
d) Connexió a la xarxa de distribució i obtenció de tots els permisos i legalitzacions necessàries.

A continuació es mostren diferents imatges de la simulació de la instal·lació dels mòduls realitzada amb el software *SolarEdge designer,* només a mode informatiu. El seu fi i objecte és poder aclarir i donar una visió més clara i entenedora de la instal·lació acabada, però en cap cas té una prevalència en mides i dimensions, ja que les que prevalen són les dels plànols.









memòria

1. INTRODUCCIÓ I OBJECTE

1.1. ANTECEDENTS

L'ajuntament de Torrelavit pretén realitzar una instal·lació solar fotovoltaica a sobre de la coberta del poliesportiu per a generar energia per compartir-la en un autoconsum col·lectiu entre diferents edificis (consumidors associats) i poder així reduir la factura elèctrica i contribuir a la responsabilitat energètica en la transició energètica cap a un model de generació més local i distribuït.

En aquesta primera fase, l'ajuntament vol fer un autoconsum compartit entre diferents edificis de titularitat municipal, tots ells propers entre sí. Aquests edificis es denominaran "consumidors associats", i tots ells autoconsumiran una part de l'energia solar generada en aquesta instal·lació. Aquest repartiment de l'energia es definirà en un futur pel titular segons els edificis a compartir l'autoconsum.

En una segona fase l'ajuntament voldrà explorar el desenvolupament de les noves definicions de "comunitat energètica, cooperativa d'energia, etc." per tal de poder donar un pas més en la gestió de l'energia municipal i poder ampliar els consumidors associats i altres possibilitats que permeti aquesta gestió compartida de l'energia dins de l'àmbit municipal.

1.2. OBJECTE

És objecte del present projecte la definició, descripció i justificació de les característiques tècniques i administratives de la instal·lació solar fotovoltaica per a autoconsum col·lectiu plantejada sobre la coberta de l'edifici del poliesportiu de Torrelavit.

1.3. CONTINGUT I ABAST DEL PROJECTE

El projecte descriurà amb tota la seva amplitud i detall tota la instal·lació solar fotovoltaica d'autoconsum col·lectiu fins al seu punt de connexió amb la xarxa de distribució, posant èmfasi en la seguretat de les persones, dels béns i de les instal·lacions, així com garantir una excel·lent qualitat, durabilitat i fiabilitat de tota la instal·lació, respectant en tot moment la totalitat del compliment normatiu.

L'abast del projecte tan sols és la instal·lació solar fotovoltaica plantejada per l'autoconsum col·lectiu fins al seu punt de connexió amb la xarxa de distribució (punt frontera). No obstant això, la ubicació exacta de l'equip de mesura en el punt frontera i la seva connexió amb la xarxa de distribució no es coneixen en el moment de redactar aquest projecte, ja que es necessita de la sol·licitud de punt de connexió a l'empresa distribuïdora i la seva resposta de proposta de punt de connexió. Tots aquests tràmits i sol·licituds del punt de connexió seran realitzats a posterior pel titular del projecte i els serveis tècnics municipals. Tot i això, s'han proposat unes instal·lacions del punt de connexió que seran incloses en aquest projecte, tot i que seran merament informatives i com a referència ja que no es podran conèixer amb exactitud fins que la companyia distribuïdora resolgui el punt d'accés i connexió.

No entra dins de l'abast del projecte les altres instal·lacions elèctriques de l'edifici, les quals estan sota la seva normativa sectorial i sotmeses al règim d'inspeccions periòdiques segons el REBT.

Aclariment sobre les marques i models dels components i materials

Qualsevol marca o model que aparegui en el present projecte són els que en principi s'instal·laran. Es mostra amb la voluntat d'acotar la funcionalitat i les característiques tècniques necessàries per a la correcta execució, funcionament i operació de la instal·lació projectada. A causa de la situació actual de conflictes a nivell mundial, moltes cadenes de distribució de material estan trencades i pot ser que s'hagin de considerar canvis de marques i models. En qualsevol cas, qualsevol modificació serà acceptada sempre que es justifiqui que les seves prestacions són iguals o superiors al producte proposat en el projecte.

1.4. AUTOR DEL PROJECTE

Nom del tècnic redactor	Joan Ramírez Guasch
Nom comercial	tesling (www.tesling.com)
DNI	47768177Y
Núm. col·legiat	19557
Col·legi professional	CETIT (Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Tarragona)
Telf.	678 560 449
Correu electrònic	joan.enitec@gmail.com
Titulació	Enginyer tècnic industrial elèctric Enginyer tècnic industrial químic Màster en climatització i eficiència energètica

2. TITULAR DE LA INSTAL·LACIÓ

Titular **CIF**	AJUNTAMENT DE TORRELAVIT P0828700E
Domicili social **Població**	C/ MOLI, 29 08775 TORRELAVIT
Persona de contacte	MANUEL RAVENTOS CUYAS
Telèfon	938995002
Correu electrònic	torrelavit@torrelavit.cat

3. EMPLAÇAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ

Adreça de la instal·lació **Població**	C/ DE LES ESCOLES, 3 08775 TORRELAVIT
Persona de contacte **Telèfon** **Correu electrònic**	ROSER ROMEU ROCHERA 639290173 rromeu@ccapenedes.cat
Referència cadastral	3994401CF9839S0001YW
Coordenades UTM	X: 393870 Y: 4589300
Classe sòl	Urbà



Fotografia 1) Imatge de l'edifici on ubicar els mòduls fotovoltaics

4. REGLAMENTACIÓ I NORMATIVES

- Decret Llei 24/2021, de 26 d'octubre, d'acceleració del desplegament de les energies renovables distribuïdes i participades.
- Decret Llei 16/2009, de 26 de novembre, de mesures urgents per a l'emergència climàtica i l'impuls a les energies renovables.
- RD 244/2019, de 5 d'abril, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.
- RD llei 15/2018, de 5 d'octubre, de mesures urgents per a la transició energètica i la protecció dels consumidors.
- RD 900/2015, de 9 d'octubre, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministre d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum.
- RD 1699/2011, de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa de les instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.
- RD 842/2002, de 2 d'agost. Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT) i Instruccions Tècniques Complementàries (ITC).
- Resolució del 9 de gener de 2020, de la Direcció General d'Indústria i de la Petita i Mitjana Empresa, per al qual s'actualitza el llistat de normes de la ITC-BT-02 del REBT.
- Adaptació del REBT degut a la publicació del Reglament Delegat 2016/364, que estableix les classes possibles de reacció al foc dels cables elèctrics.
- Llei 24/2013, del Sector Elèctric.
- Llei 16/2017, d'1 d'agost, del canvi climàtic.
- RD 1955/2000, de 1 de desembre, pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministre i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- RD 1110/2007, de 24 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric.
- Ordre TEC/1281/2019, de 19 de desembre, per la qual s'aproven les instruccions tècniques complementàries al Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric.
- Resolució de 7 de novembre de 2019, de la Comissió nacional dels Mercats i la Competència, per la qual s'aprova l'adaptació del procediment d'operació 14.8 "subjecte de liquidació de les instal3lacions de producció i de les instal·lacions d'autoconsum" i del procediment d'operació 14.4 "drets de cobrament i obligacions de pagament pels serveis d'ajust al sistema " al RD 244/2019.
- Resolució de 11 de desembre de 2019, de la Secretaria d'Estat d'Energia, per la qual s'aproven determinats procediments d'operació per la seva adaptació al RD 244/2019.
- RD 1074/2015, de 27 de novembre, pel qual es modifiquen diverses disposicions en el sector elèctric.
- Resolució de 5 de desembre de 2018, de la Direcció General d'Indústria i de la Petita i Mitjana Empresa, per la qual s'aproven especificacions particulars i projectes tipus d'Endesa Distribución Eléctrica, SLU, en particular:
  - Especificació particular NRZ101_EP Instal·lacions privades Generalitats.
  - Especificació particular NRZ103_EP Instal·lacions privades Consumidors BT.
  - Especificació particular NRZ105_EP Instal·lacions provades Generadores BT.

- RD 513/2017, de 22 de maig. Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis (RIPCI).
- Llei 9/2014, del 31 de juliol, de la seguretat industrial dels establiments, les instal·lacions i els productes.
- Llei 31/1995, de 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals.
- RD 1627/1997, de 24 d'octubre. Disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres.
- RD 486/1997, de 14 d'abril. Disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.
- RD 485/1997, de 14 d'abril. Disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball.

- RD 2177/2004, de 12 de novembre, pel qual es modifica el RD 1215/1997, de 18 de juliol, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut per la utilització pels treballadors dels equips de treball en matèria de treballs temporals en altura.
- RD 1215/1997, de 18 de juliol. Disposicions mínimes de seguretat i salut per la utilització pels treballadors dels equips de treball.
- RD 773/1997, de 30 de maig. Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individuals.
- Decret Legislatiu 1/2010, de 3 d'agost, pel qual s'aprova el Text Refós de la Llei d'Urbanisme.
- Llei 38/1999, de 5 de novembre, d'Ordenació de l'Edificació.
- Llei 39/2015, d'1 d'octubre, de Procediment Administratiu Comú de les Administracions Públiques.
- Llei 26/2010, de 3 d'agost, de règim jurídic i de procediment de les administracions públiques de Catalunya.
- Decret 64/2014, de 13 de maig, pel qual s'aprova el Reglament sobre protecció de la legalitat urbanística.
- Decret 210/2018, de 6 d'abril, pel qual s'aprova el Programa de prevenció i gestió de residus i recursos de Catalunya (PRECAT20).
- Guia de tramitació de l'autoconsum, en la seva versió 4.0, publicada per l'IDAE.
- Guia Tècnica d'aplicació del REBT, en la seva edició de novembre de 2017, publicada pel Ministeri d'Economia, Indústria i Competitivitat.
- Guia orientativa d'instal·lacions d'autoconsum col·lectiu, editada per APPA renovables, 2022.
- Guia Tècnica per l'avaluació i prevenció dels riscos relatius a la utilització d'equips de treball, editat pel Ministeri de treball i immigració i l'INSHT (Institut Nacional de Seguretat i Higiene al Treball), en la segona edició del novembre del 2011.
- Ordenances municipals de l'ajuntament de Torrelavit.

Les instal·lacions solars fotovoltaiques estan subjectes al marc normatiu establert per les instal·lacions elèctriques de baixa tensió REBT i més específicament la instrucció tècnica ITC-BT 40 "Instal·lacions generadores de baixa tensió".

A les instal·lacions fotovoltaiques, cal tenir en compte el compliment de les normes UNE-EN elaborades pel Comitè Tècnic de Normalització, les AEN/CTN/206/GT82, que corresponen a sistemes d'energia solar fotovoltaica i que defineixen els paràmetres mínims exigibles als equips i instal·lacions fotovoltaiques. A més es tindran en compte totes les bones pràctiques de la millor bibliografia tècnica d'instal·lacions solars, així com les recomanacions dels fabricants.

Qualificació professional de l'empresa instal·ladora

Segons la normativa vigent, els tècnics qualificats per executar les instal·lacions fotovoltaiques seran els instal·ladors elèctrics de baixa tensió amb categoria *especialista* IBTE, que habilita aquest instal·lador per executar i dissenyar les instal·lacions generadores d'electricitat en baixa tensió.

4.1. CLASSIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ SEGONS REBT

La instal·lació elèctrica complirà perfectament amb el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) i Instruccions Tècniques Complementàries (ITC), aprovat pel Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost. Aquest reglament té per objecte establir les condicions tècniques per garantir el bon funcionament de les instal·lacions elèctriques connectades a una xarxa de baixa tensió.

La instrucció ITC BT-04 del REBT determina la documentació tècnica que han de tenir les instal·lacions elèctriques de baixa tensió per ser legalment posades en servei.

Grup C Instal·lacions generadores de P > 10 kW

Aquesta instal·lació queda subjecta a l'elaboració d'un projecte per a la seva execució.

Una vegada finalitzada la instal·lació elèctrica, l'empresa instal·ladora autoritzada que realitzi la instal·lació haurà d'emetre el Certificat d'Instal·lació Elèctrica (CIE), signat per un instal·lador autoritzat. La justificació de la legalització de la instal·lació elèctrica es farà mitjançant la inscripció al RITSIC, que serà realitzada pel titular o pel seu representant o presentador autoritzat mitjançant una declaració responsable, documentació que serà lliurada al titular un cop resolta favorablement.

Posteriorment i per tal de posar en funcionament la instal·lació generadora d'autoconsum amb excedents amb una potència no superior a 100 kW en sòl urbanitzat, el titular d'aquesta instal·lació (o en el seu cas, el representant autoritzat) hauran de sol·licitar una autorització administrativa a l'òrgan competent de la Generalitat de Catalunya en matèria d'energia, sol·licitant *l'autorització d'explotació definitiva d'una nova instal·lació*.

VERIFICACIONS I INSPECCIONS

La instal·lació elèctrica haurà de ser objecte d'una verificació prèvia a la posada en servei per part de l'instal·lador autoritzat que l'hagi realitzat amb la supervisió del director d'obra. L'instal·lador autoritzat és, per tant, responsable de la correcta execució de la instal·lació i que aquesta sigui segura.

En finalitzar la instal·lació, una vegada fetes les verificacions pertinents, l'instal·lador autoritzat executor de la instal·lació emetrà un certificat d'instal·lació (CIE), amb el model aprovat per la comunitat autònoma i juntament amb tota la resta de documentació que acompanya aquest tràmit.

El punt 4 de la ITC BT-05 defineix els tipus d' inspeccions que seran sotmeses les diferents instal·lacions elèctriques en funció de les seves característiques. A Catalunya no hi ha un posicionament clar de la classificació de les instal·lacions fotovoltaiques dins del REBT, segons la Guia Professional de Tramitació de l'Autoconsum de l'IDAE, en la seva versió 4.0, i per tant no es requeriria una inspecció inicial. Tot i això, seguint els criteris d'altres comunitats autònomes i degut a l'elevada potència fotovoltaica, es classificarà la instal·lació dins del grup *d) Locals mullats amb potència instal·lada superior a 25 kW* i per tant, SÍ que estarà sotmesa al règim d'inspeccions.

Per tant, aquesta instal·lació estarà sotmesa al règim d'inspeccions inicials i periòdiques:

- Inspecció inicial (serà objecte d'una inspecció per part d'un Organisme de Control (OC), una vegada executades les instal·lacions i prèviament a ser documentades davant l'òrgan competent de la Comunitat Autònoma en el tràmit d'inscripció al RITSIC)
- Inspeccions periòdiques cada 5 anys.

4.2. MARC LEGAL DE LA INSTAL·LACIÓ SEGONS EL RD 244/2019

El RD 244/2019 pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica estableix les condicions administratives, tècniques i econòmiques per a les modalitats d'autoconsum d'energia elèctrica definides a l'article 9 de la Llei 24/2013, del Sector Elèctric.

El RD 244/2019 defineix **l'autoconsum col·lectiu** de la següent manera:

"Es diu que un subjecte consumidor participa en un autoconsum col·lectiu quan pertany a un grup de diversos consumidors que s'alimenten, de forma acordada, d'energia elèctrica que prové d'instal·lacions de producció propera a les de consum i associades als mateixos"

Les instal·lacions d'autoconsum col·lectiu requereixen de dos requisits importants a tenir en compte:

- Que tots els consumidors associats pertanyin a la mateixa modalitat d'autoconsum.
- Que s'estableixi un acord de repartiment on queden establerts els criteris de repartiment de l'energia generada. L'acord de repartiment haurà d'estar signat per tots els consumidors acollits a l'autoconsum compartit, i a més haurà de ser remès de forma individual per cada consumidor associat a la companyia distribuïdora.

Així, la instal·lació d'autoconsum quedarà classificada en les següents modalitats:

Autoconsum AMB excedents: Instal·lacions que, a més de subministrar energia elèctrica per a autoconsum, poden injectar energia excedentària a les xarxes de transport i distribució. A aquest grup pertanyeran les instal·lacions de producció properes i associades a les de consum (tant en xarxa interior com les que utilitzin la xarxa de distribució o transport).
Les instal·lacions d'autoconsum col·lectiu hauran de disposar d'un comptador de generació neta i un altre comptador de consum per cadascun dels consumidors.

A més cada distribuïdora té els seus propis sistemes de connexió. En aquest cas, la distribuïdora és E-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, qui té el seu propi *Vademecum* i condicions tècniques per a la connexió d'instal·lacions de generació a les seves xarxes de distribució.

En qualsevol de les modalitats d'autoconsum, el consumidor i el propietari de la instal·lació generadora poden ser persones físiques o jurídiques diferents.

En aquest cas, a les instal·lacions d'autoconsum hi intervenen diferents actors:

- CONSUMIDOR ASSOCIAT
  És el consumidor d'energia elèctrica en un punt de subministrament que té associades instal·lacions pròximes de xarxa interior o instal·lacions pròximes a través de xarxa. Estarà associat a l'autoconsum col·lectiu.

- TITULAR DE LA INSTAL·LACIÓ DE GENERACIÓ EN AUTOCONSUM
  Serà aquell que s'inscrigui com a titular de la instal·lació de generació en els registres d'autoconsum. A les instal·lacions amb excedents, el titular serà el subjecte productor.

- PRODUCTOR ASSOCIAT
  En les instal·lacions AMB excedents NO acollides a compensació, serà qui aparegui inscrit com a productor en el Registre Administratiu d'Instal·lacions de Producció d'Energia Elèctrica (RAIPEE) i per tant realitzi la venta de l'energia excedentària.

- PROPIETARI DE LA INSTAL·LACIÓ DE GENERACIÓ
  En qualsevol modalitat d' autoconsum podrà ser una persona física o jurídica diferent del consumidor i del productor.

En el cas d'autoconsum col·lectiu, tots els consumidors participants que es trobin associats a la mateixa instal·lació de generació hauran de pertànyer a la mateixa modalitat d'autoconsum i acordar el sistema de repartiment de l'energia que produeixi la instal·lació d'autoconsum que es reflectirà en un "acord de repartiment" signat per tots els consumidors associats. Com a consumidor associat, s'haurà de comunicar de forma individual a l'empresa distribuïdora, directament o a través de l'empresa comercialitzadora, la modalitat d' autoconsum a la qual es pertanyi i la voluntat d'acollir-se al sistema de compensació, aportant en acord de repartiment signat per tots els consumidors perquè la companyia comercialitzadora procedeixi a l'adaptació dels contractes de subministrament, segons el model d'acord publicat a la *Guia d'autoconsum de l'IDAE*.

Les dues possibilitats que permet el RD 244/2019 per autoconsums col·lectius són:

a) Instal·lació pròxima en xarxa interior (la instal·lació fotovoltaica ha d'estar connectada en xarxa interior en un dels consumidors associats). En el present edifici, no es pot complir aquesta condició ja que l'escomesa aèria del consumidor associat del pavelló no compliria amb els requisits i això implicaria haver de subsanar tota aquesta instal·lació d'enllaç amb un cost desproporcionat.

b) Instal·lació pròxima a través de xarxa: aquest sistema es connecta a la xarxa de distribució propera per part dels participants de la instal·lació col·lectiva. Aquestes hauran de complir almenys un d'aquests tres requisits:
   - Ubicades en la mateixa referència cadastral (14 primers dígits).
   - Instal·lacions amb una distància inferior a 500 m entre els consumidors, amb independència del nivell de tensió a què es connectin.
   - Sistemes connectats en BT que comparteixen el mateix centre de transformació entre els consumidors.



Font: Guia professional de tramitació d'autoconsum IDAE

Per tant, l'única opció de modalitat col·lectiva és la de PRÒXIMA A TRAVÉS DE XARXA.

En aquest cas, no es pot acollir al mecanisme de compensació (ja que no es compleixen els requisits per a poder compensar els excedents), ja que la instal·lació d'autoconsum hauria d'estar connectada en xarxa interior, que és un dels requisits indispensables tant per unificar el contracte per consum i pels serveis auxiliars com per declarar que els consums auxiliars són despreciables.

Aquesta configuració queda definida en la tipologia C4 de la *Guia professional de tramitació de l'autoconsum,* editada per l'IDAE en la seva edició v 4.0 de l'abril de 2022).



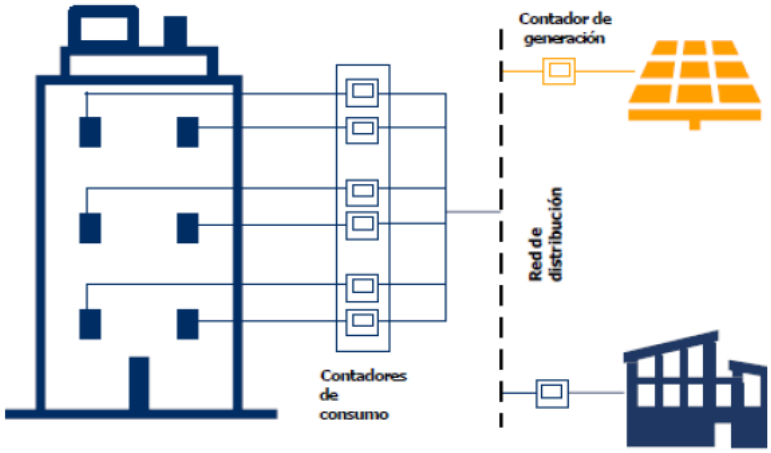
Font: Guia professional de tramitació d'autoconsum IDAE

Per tant, al no complir-se totes les condicions necessàries per acollir-se al mecanisme de compensació d'excedents, la instal·lació volcarà a la xarxa tota l'energia no autoconsumida instantàniament.

Aquesta energia excedentària serà venuda al mercat elèctric i rebrà el mateix tractament que la resta d'energia venuda per fonts renovables, cogeneració i residus, éssent aplicable l'Impost sobre el Valor de la Producció d'Energia Elèctrica (IVPEE) del 7%. En aquest cas, el productor NO s'haurà de donar-se d'alta com a productor d'energies renovables al RAIPEE (segons el RD 244/2019 i com aclareix la Guia tècnica d'autoconsum de l'IDAE en el seu punt 16 (pàg 58) on diu que "els titulars de les instal·lacions en autoconsum amb excedents de potència igual o inferior a 100 kW no estan obligats a realitzar el tràmit d'inscripció al RAIPEE), tot i que normalment subscriurà un contracte de representació al mercat. A més a més, haurà de complir amb les obligacions tributàries i/o fiscals que es derivin d'aquesta activitat econòmica.

Característiques de les instal·lacions d'autoconsum col·lectiu a través de xarxa

Els sistemes d'autoconsum col·lectiu a través de xarxa només poden pertànyer a la tipologia d'instal·lacions d'autoconsum col·lectiu amb excedents no acollides a compensació. L'esquema de connexió d'aquest tipus d'autoconsum seria el següent:



En qualsevol cas, el consumidor i el propietari de la instal·lació generadora poden ser persones físiques o jurídiques diferents. Cal tenir en compte que un consumidor només podrà estar associat a una modalitat d'autoconsum alhora.

Aspectes administratius

- Tots els consumidors de les instal·lacions d'autoconsum col·lectiu hauran d'estar acollits a la mateixa modalitat.
- Els consumidors d'una instal·lació d'autoconsum compartit han de repartir l'energia generada i per a això signaran un acord de criteris de repartiment. L'acord de repartiment de l'energia produïda tindrà les característiques següents:
  - El criteri de repartiment serà lliure. Pot realitzar-se per inversió, consum, potència instal·lada o contractada.
  - La suma de les betes dels auto-consumidors serà igual a 1.
  - Es podrà implementar coeficients de repartiment variables en horaris i modificables diverses vegades a l'any.
  - La fórmula d'aplicació per implementar el coeficient de repartiment variable és la següent:

$$ENG_{h,i} = \beta_{h,i} \cdot ENG_h$$

Essent:

ENG_h *energia neta horària total produïda pel generador o els generadors*
$B_{h,i}$ *coeficient de repartiment horari en l'hora h entre els consumidors que participen de l'autoconsum col·lectiu de l'energia generada en l'hora h.*

  - El valor d'aquests coeficients podrà determinar-se en funció de:
    - La potència a facturar de cadascun dels consumidors associats participants.
    - De l'aportació econòmica de cadascun dels consumidors per a la instal·lació de generació.
    - Qualsevol altre criteri sempre que existeixi acord signat per tots els participants i sempre que la suma d'aquests coeficients $\beta_{h,i}$ de tots els consumidors que participen en l'autoconsum col·lectiu sigui la unitat per a cada hora del període de facturació.

- El valor d'aquests coeficients de repartiment podrà ser diferent per a cada hora del període de facturació, sempre que existeixi acord signat per tots els participants i sempre que la suma d'aquests coeficients $\beta_{h,i}$ de tots els consumidors que participen en l'autoconsum col·lectiu sigui la unitat per a cada hora del període de facturació.

- Si els participants de l'autoconsum opten per un repartiment horari variable, la informació d'aquests coeficients de repartiment s'haurà de remetre a l'empresa distribuïdora d'acord amb les especificacions següents:

- Si els participants de l'autoconsum opten per un repartiment horari variable, la informació d'aquests coeficients de repartiment s'haurà de remetre a l'empresa distribuïdora d'acord amb les especificacions següents:

  - ✓ El nom del fitxer serà el del Codi d'Autoconsum (CAU), seguit d'un guió baix, posteriorment s'afegirà el corresponent any expressat numèricament amb quatre dígits, seguit de l'extensió ". txt"
  - ✓ El separador de camps serà el punt i coma ";"
  - ✓ El caràcter decimal serà la coma ","
  - ✓ Els camps i ordre que hauran de contenir seran els següents:

Campo	Información/unidades	Longitud	Tipo	Longitud fija	Ejemplo
CUPS	Código Universal de Punto de Suministro	22	Cadena	NO	--
Hora	Hora con valor entre 1 y 8760	4	Entero		523
Coeficiente	Coeficiente aplicable en esa hora	8	Decimal		0,135464

- La permanència en la modalitat d'autoconsum escollida, el valor dels coeficients de repartiment podrà ser modificat amb una periodicitat no inferior a quatre mesos, prèvia comunicació a l'encarregat de la lectura corresponent amb l'antelació suficient.
- Els consumidors signaran un acord que presentaran de forma individual a cada comercialitzadora.
- En el supòsit de no existir un acord de repartiment o no ser comunicat a la comercialitzadora, el repartiment es realitzarà en funció de les potències contractades.

Tramitació administrativa

La tramitació administrativa de les instal·lacions d'autoconsum poden requerir tràmits a nivell estatal, autonòmic i local, a més de tràmits amb l'empresa distribuïdora.
Segons la potència de la instal·lació, la modalitat d'autoconsum, el tipus de connexió i el tipus d'instal·lació, algunes instal·lacions estaran exemptes de part d'aquesta tramitació.

Autorització administrativa prèvia i de construcció

Les instal·lacions amb potència no superior a 100 kW connectades directament a una xarxa de tensió no superior a 1 kV, ja siguin de distribució o a la xarxa interior d'un consumidor, queden excloses del règim d'autorització administrativa prèvia i de construcció. D'acord a l'establert en el RD 1699/2011, en la seva disposició addicional primera i el RD 900/2015, en la seva disposició addicional cinquena.

Alta en activitat econòmica

Les instal·lacions d'autoconsum col·lectiu amb excedents no acollides a compensació hauran de realitzar una alta en activitat econòmica en el model 0377, epígraf 151.4 de producció d'energia no especificada en els epígrafs anteriors, incloent l'energia solar. I fer una fiscalitat de la instal·lació d'autoconsum.

Contracte de venda d'energia

Les instal·lacions d'autoconsum col·lectiu amb excedents no acollida a compensació hauran de formalitzar un acord de representació per a la venda d'energia amb la comercialitzadora. Cada consumidor haurà d' establir el seu contracte de venda de forma individualitzada.

L'energia excedentària que es ven al mercat elèctric rep el mateix tracte que la resta de l'energia produïda per fonts renovables, amb la qual cosa se li aplicarà l'impost sobre el valor de la producció de l'energia elèctrica (IVPEE)[1].

[1] El RDL 17/2021, de 14 de setembre, de mesures urgents per mitigar l'impacte de l'escalada de preus del gas natural en els mercats minoristes de gas i electricitat, ha modificat temporalment l'aplicació de l'IVPEE per al 2021.

Aquestes definicions de venda d'energia poden ser diferents amb el desenvolupament reglamentari de "les comunitats d'energies renovables", segons la Directiva 2018/2001 del Parlament Europeu i del Consell,

Inscripció en el Registre Administratiu d'Instal·lacions de Producció d'Energia Elèctrica (RAIPEE)

No aplica per no superar els 100 kW de potència. En aquest cas, el productor NO s'haurà de donar-se d'alta com a productor d'energies renovables al RAIPEE (segons el RD 244/2019 i com aclareix la Guia tècnica d'autoconsum de l'IDAE en el seu punt 16 (pàg 58) on diu que "els titulars de les instal·lacions en autoconsum amb excedents de potència igual o inferior a 100 kW NO estan obligats a realitzar el tràmit d'inscripció al RAIPEE)

Instal·lacions d'autoconsum que han de tramitar accés i connexió a la xarxa

TRAMITACIÓ DE LES INSTAL·LACIONS D'AUTOCONSUM AMB *e-distribución*

Els autoconsums col·lectius hauran de sol·licitar permisos d'accés i connexió a la companyia distribuïdora (en aquest cas e-distribució). S'hauran de seguir les condicions tècniques particulars redactades en la "*Guia per a la tramitació d'autoconsums en EDISTRIBUCION REDES DIGITALES, S.L.U."*

En qualsevol modalitat d'autoconsum, cal que el consumidor o consumidors associats disposin d'un contracte de subministrament d'electricitat. Cal tenir en compte que un consumidor només podrà estar associat a una modalitat d'autoconsum alhora.

Previ a la formalització de la petició a e-distribució és important tenir compte les següents singularitats per a una correcta obertura.

La Disposició Final 3a del RD 1183/20 per la qual es modifiquen aspectes del RD 413/14 modifica l'article 3 d'aquest RD establint com a potència instal·lada de generació.

En el cas d'instal·lacions fotovoltaiques, la potència instal·lada serà la menor d'entre les dues següents:

a) la suma de les potències màximes unitàries dels mòduls fotovoltaics que configuren l'esmentada instal·lació, mesures en condicions estàndard segons la norma UNE corresponent.

b) la potència màxima de l'inversor o, si s'escau, la suma de les potències dels inversors que configuren aquesta instal·lació.

D'altra banda, el RD 244/2019 modifica l'Art. 12.2 del RD 1699/11 pel que s'estableix que:

"Si la potència nominal de la instal·lació de generació a connectar a la xarxa de distribució és superior a 15 kW, la connexió de la instal·lació a la xarxa serà trifàsica amb un desequilibri entre fases inferior a 5 kW.

La derogació del RD 900/2015 elimina el requisit respecte que la potència instal·lada de generació ha de ser igual o inferior a la potència contractada de consum. No obstant això, es manté per a la subjectes al RD 1699/11 la condició de l'article 13.3 respecte a la necessitat que la potència de producció connectada a xarxa interior no superi els drets d'extensió vigent adscrits al subministrament. El que pot requerir tramitar en paral·lel una petició d'ampliació de potència del consum per a la corresponent adscripció de drets d'extensió.

Després de la publicació del RD 1183/20 s'estableixen únicament 2 mètodes de tramitació, en funció de la potència sol·licitada:

Per als casos on existeixi tràmit d'accés i connexió, el codi CAU els serà comunicat a la finalització d'aquest tràmit.

A continuació, es detallen els passos a seguir per a l'accés i connexió a la xarxa de distribució.

- Accedint des de l'àrea privada al servei "Sol·licitud autoconsum/generació" (formulari web).
- Servei d'Atenció Tècnica mitjançant les opcions següents:
    - o Atenció Telefònica: 900 920 959
    - o Correu electrònic: Conexiones.edistribucion@enel.com

En l'esmentat servei se l' informarà de la documentació necessària per atendre la seva petició i formalitzar en el seu cas la sol·licitud accés i connexió.

S'hauran d'esmenar les possibles mancances en la documentació/informació aportada dins dels terminis legalment establerts en el RD 1183/2020.

És important gestionar prèviament l'autorització del propietari de la finca per a aquells casos subjectes al RD 1699/11 en els quals no coincideixi amb el titular de la instal·lació de generació, doncs els serà requerida per a l'obertura de la sol·licitud.

Emissió de la proposta prèvia

Per als casos que sigui necessària la petició d'accés i connexió, un cop formalitzada la sol·licitud e-distribució comunicarà a l'autoconsumidor la proposta prèvia amb les condicions tècniques i econòmiques que contindran:

- Plec de Condicions Tècniques:

    - o Punt de connexió a la xarxa (amb capacitat suficient).
    - o Treballs adequació de la xarxa existent (a realitzar per e-distribució)
    - o Treballs de nova extensió de xarxa, que podran ser realitzats per qualsevol empresa instal·ladora legalment autoritzada, o bé encarregats a la companyia distribuïdora, a lliure decisió del sol·licitant.
    - o Significativitat instal·lació segons RD 647/20

- Condicions econòmiques: per als treballs d'adequació de la xarxa existent (reservats a la companyia distribuïdora per afectar instal·lacions en servei).

Si en algun cas fos necessari executar nova extensió de xarxa s'inclourà la seva valoració en les condicions econòmiques en aquells casos on el sol·licitant en formalitzar l'obertura de la petició ha indicat que desitja una valoració per part d'e-distribució. El sol·licitant podrà optar per encarregar aquests treballs de nova extensió a aquesta companyia o a un instal·lador legalment autoritzat.

Les condicions econòmiques també inclouran el cost legalment establert per a la supervisió de les instal·lacions de nova extensió de xarxa (si són requerides), que s'aplicarien si el sol·licitant decideix realitzar l'extensió de xarxa amb qualsevol instal·lador autoritzat.

Tràmit acceptabilitat del gestor aigües amunt

Quan es determini que una nova instal·lació de producció pot afectar una xarxa aigües amunt, el gestor de la xarxa per a la qual es demana el permís d'accés sol·licitarà al gestor de la xarxa aigües amunt un informe per obtenir la seva acceptabilitat.
En aquest cas, no aplica aquest tràmit per ser potències menors de 100 kW

Actuacions a la xarxa de distribució

En el tràmit d'acceptació de les condicions tècniques i econòmiques el client ha de definir amb qui desitja executar la nova extensió de xarxa (de ser necessària), podent encarregar aquests treballs de nova extensió a aquesta companyia (si prèviament ha sol·licitat la seva valoració) o a un instal·lador legalment autoritzat.

Un cop acceptades les condicions, es procedirà a la tramitació dels permisos i llicències corresponents per poder executar els treballs necessaris de xarxa de distribució. Executades les instal·lacions necessàries i degudament legalitzades es podrà realitzar el tràmit de connexió de la instal·lació d'enllaç a la xarxa de distribució (operació entroncament).

Executades les instal·lacions particulars, independentment del tipus d'instal·lació de generació i del procediment seguit, es procedirà amb el tràmit de posada en servei de la instal·lació de producció per la qual cosa el Productor haurà de sol·licitar la subscripció del Contracte Tècnic d'Accés (CTA), així com la Verificació de la Configuració de Mesura i tramitar posteriorment l'adaptació del seu contracte de subministrament a una de les modalitats recollides en el RD 244/2019

Contracte Tècnic d'Accés (CTA)

La formalització del contracte tècnic d' accés es requerirà, només per a aquells casos en els quals ha estat necessari el tràmit d' accés i connexió per a la instal•lació de generació, i es realitzés a través del correu d'e-distribució, ATR-generadores.edistribucion@enel.com

Verificació de la Configuració de Mesura conforme al RD 1110/2007

Una vegada realitzada la sol·licitud del Contracte Tècnic d'Accés o en paral·lel a aquest, el client pot sol·licitar a e-distribució, a través del correu Inspeccionautoconsumo@enel.com, la verificació de la configuració de Mesura.

La verificació serà preceptiva en aquells casos on sigui necessari un equip de mesura de generació neta i en tots els autoconsums de potència de consum o generació ≥ 50 kW, quedant exemptes la resta

Un cop realitzada l'esmentada verificació, es notificarà al client el resultat de la mateixa, en cas que fos incorrecta, s'indicaran els defectes trobats per a la seva correcció i se li indicarà que, un cop resolts, es posi en contacte amb la bústia anteriorment comentat per organitzar una segona visita.

Si els equips a instal·lar fossin propietat del titular, hauran de realitzar prèviament l'alta dels mateixos a la web d'e-distribució.

Posada en servei de la instal·lació d'autoconsum

Per a totes les tipologies d'autoconsum, exemptes o no del tràmit d'accés i connexió amb la distribuïdora, caldrà sol·licitar l'alta o modificació del contracte de consum a la modalitat d'autoconsum desitjada a la Comercialitzadora o Comercialitzadores dels subministraments associats, amb la qual cosa es podrà procedir a la coordinació per a l'acoblament elèctric de la instal·lació de generació a la xarxa de distribució. En el cas d'autoconsums compartits, en compliment del RD 244/2019, serà preceptiu haver rebut la sol·licitud de modificació de contracte de tots els subministraments associats.

Per a instal·lacions d'autoconsum on sigui necessària l'alta d'un contracte de serveis auxiliars s'haurà de realitzar de forma conjunta a la sol·licitud d'alta o modificació del contracte de consum/s per a la seva activació conjunta.

Per a les instal·lacions connectades en BT de P<100 kW, on l'Administració d'ofici informa la distribuïdora de la legalització, el moviment contractual d'alta o modificació del Contracte ATR dels consum/s associat/s serà la petició fefaent de Posada en Servei de la instal·lació. Una vegada finalitzi el tràmit de contractació entre l'Administració, Distribuïdor i Comercialitzadores el contracte s'activarà quedant preparat per a la seva mesura, facturació i liquidació i es podrà procedir amb l'energització de la instal·lació de generació.

Les instal·lacions que no puguin ser tramitades d'ofici des de l'Administració hauran de seguir la tramitació de posada en servei recollida en el RD 647/20 en funció de la seva

Adaptació del contracte de subministrament.

Per als consumidors connectats a baixa tensió, en els quals la instal·lació generadora sigui de baixa tensió i la potència instal·lada de generació sigui menor de 100 kW que realitzin autoconsum, la modificació del contracte ATR serà realitzada per l'empresa distribuïdora a partir de la documentació remesa per l'Administració Competent.
Aquesta informació rebuda de l' Administració serà tramesa per l' empresa distribuïdora a les empreses comercialitzadores que, després de confirmar amb el seu client que és correcta, l' hauran d' acceptar i trametre la corresponent modificació contractual a la distribuïdora per incloure el tipus d' autoconsum en el seu contracte de subministrament.

Certificats de l' encarregat de la lectura i gestor de xarxa

Com a conseqüència dels procediments comentats, i de manera anàloga per a totes les tramitacions, e-distribució emetrà, a petició del client, els següents certificats:

 Informe del gestor de la xarxa de distribució que indica el compliment dels procediments d'accés i connexió segons article 39.1.d del RD 413/2014. Aquest certificat l' emet e-distribució després de la realització dels treballs necessaris de reforç i adequació de la xarxa existent. S' ha de demanar a Conexiones.edistribucion@enel.com

 Informe encarregat de la lectura que certifica el compliment del reglament de punts de mesura segons article 39.1.c del RD 413/2014: Aquest certificat l'emet e-distribució després de la finalització de la inspecció de la instal·lació d'autoconsum amb resultat "correcte" per a les instal·lacions d'autoconsum amb excedents. S' ha de demanar a Inspeccionautoconsumo@enel.com

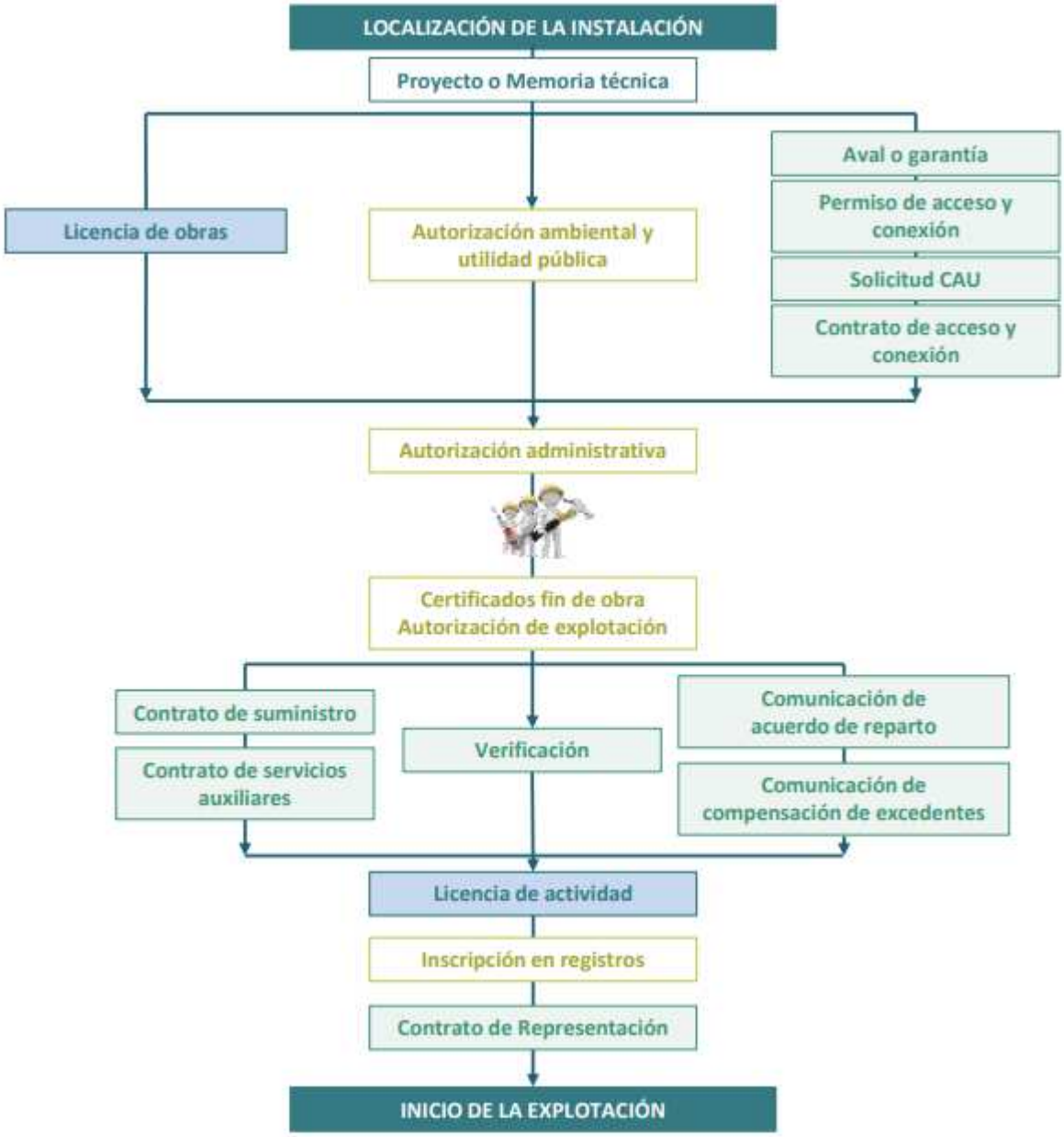
 Informe atorgament d' autoritzacions administratives per a la posada en funcionament, modificació, transmissió, tancament temporal i tancament

definitiu de les instal·lacions segons article 36 del RD 413/2014: Aquest certificat l'emet e-distribució després de l'acceptació del punt de connexió per part del client. S' ha de demanar a Conexiones.edistribucion@enel.com

 Certificat CIL (CIL: Codi de la instal·lació de producció a efectes de liquidació): Aquest certificat l'emet e-distribució després de la posada en servei de la instal·lació. S' ha de demanar a ATR-eneradores.edistribucion@enel.com

 I a petició del client el certificat d' acreditació del començament d' abocament d' energia elèctrica, emès per e-distribució, indicant expressament les mesures i les dates de lectura de les mateixes. S'haurà de realitzar una lectura en el termini màxim de 15 dies des de la comunicació pel titular de la instal·lació de l'inici de l'abocament en proves. S'ha de demanar a Inspeccionautoconsumo@enel.com

A continuació de mostren uns esquemes de referència dels tràmits i de les seqüències de les diferents fases en la sol·licitud, tramitació i legalització de les instal·lacions fotovoltaiques per a autoconsum:



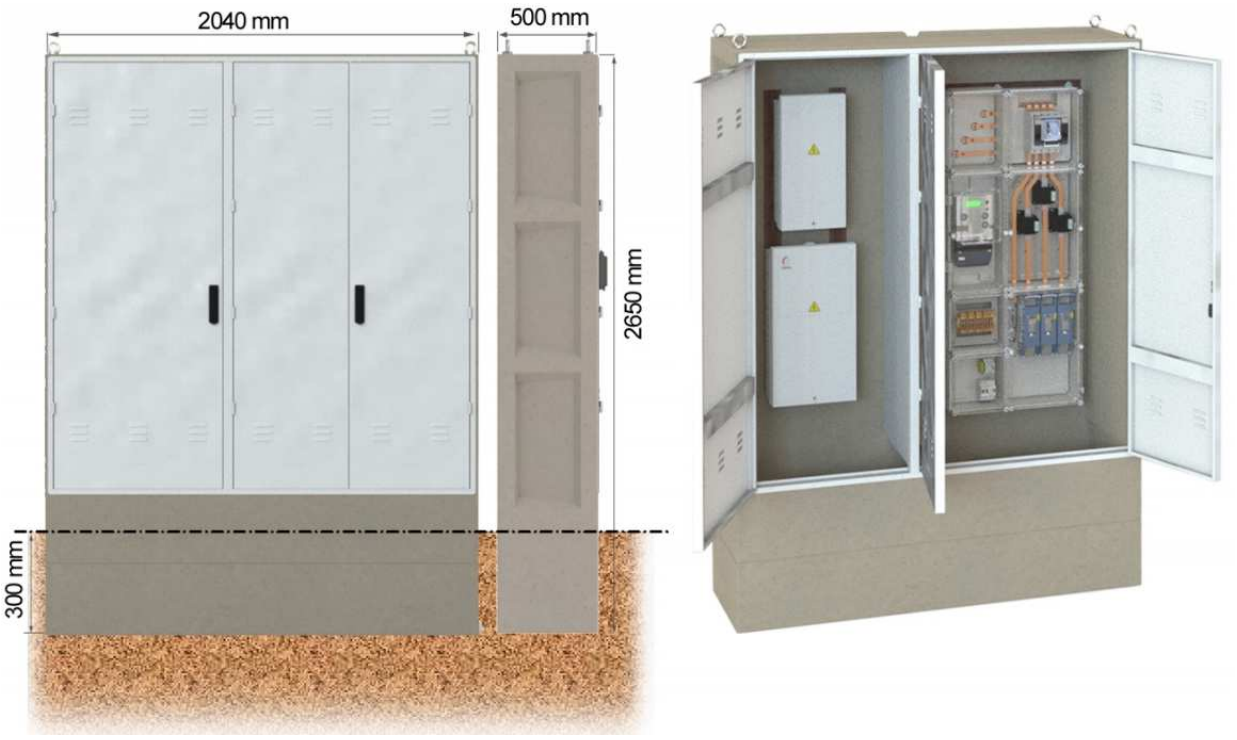
5. DADES DE PARTIDA

5.1. Emplaçament de la instal·lació fotovoltaica

Es tracta d'un edifici poliesportiu de l'ajuntament de Torrelavit, formant un edifici aïllat de fàcil accés i directe des de l'exterior, amb una coberta inclinada a dues aigües tipus sandwich renovada en els darrers anys. A la coberta s'hi pot accedir des d'una escala d'accés vertical, però aquesta serà substituïda per un nou accés amb una escala reglamentària, segons ha manifestat el titular.

5.2. Proposta del punt de connexió

En aquest cas, la instal·lació solar fotovoltaica serà totalment independent del consumidor associat, ja que la seva connexió serà directament a la xarxa de distribució, amb el seu comptador de generació i la seva CGP i CS, segons normatives tècniques de l'empresa distribuïdora.



Es proposa instal·lar un armari prefabricat de formigó amb la CS+CGP+TMF10 de generació, on s'haurà de connectar directament a la xarxa de distribució. Aquest armari estarà ubicat amb accés 24h des de la via pública per la companyia distribuïdora. El lloc proposat es senyalitza de color vermell en la següent fotografia actual de la valla exterior del pavelló:



Fotografia 4) Situació del punt frontera i de la proposta d'emplaçament del comptador de generació i punt de connexió directament a la xarxa de distribució (el quadre vermell indica la proposta d'ubicació de l'armari de formigó)

6. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA

Es tracta d'una instal·lació fotovoltaica de 100,98 kWp formada per 204 mòduls de 495 Wp, distribuïts de manera coplanar sobre la coberta inclinada, tal i com es mostra a continuació:



Fotografia 5) Simulació amb imatge real realitzada amb SolarEdge designer

Tots els strings aniran conduïts en una safata metàl·lica perforada amb tapa que anirà fixada en les mateixes greques de la coberta sandwich, fins a arribar a la zona de l'inversor, ubicat a la sala tècnica del pavelló a la planta soterrani. Aquest baixant vertical anirà per l'escala cargolada que hi ha al pavelló, per una safata fixada en un dels pilars metàl·lics verticals.

Abans de l'inversor hi haurà una caixa de protecció DC amb fusibles i sobretensions (segons es pot veure en els plànols corresponents). Seguidament, entraran tots els strings a l'inversor. Tota aquesta part anirà en safata grapada a la paret.

La sortida de l'inversor anirà a un quadre de proteccions AC, on hi haurà la protecció magnetotèrmica i diferencial corresponent, formada per un interruptor automàtic amb un diferencial tipus A. D'allà anirà directament a l'entrada del comptador de generació TMF10.

Tot aquesta traçat anirà de diferent manera: la sortida del quadre de proteccions de AC anirà per safata fixada a la paret fins a sortir fora de la sala tècnica. Allà, els conductors aniran per tub grapat en paret en una fossa reixada que hi ha existent, fins al seu final on a partir de llavors s'haurà de fer una rasa enterrada amb tub fins al TMF10 que es construirà a la valla perimetral del poliesportiu.

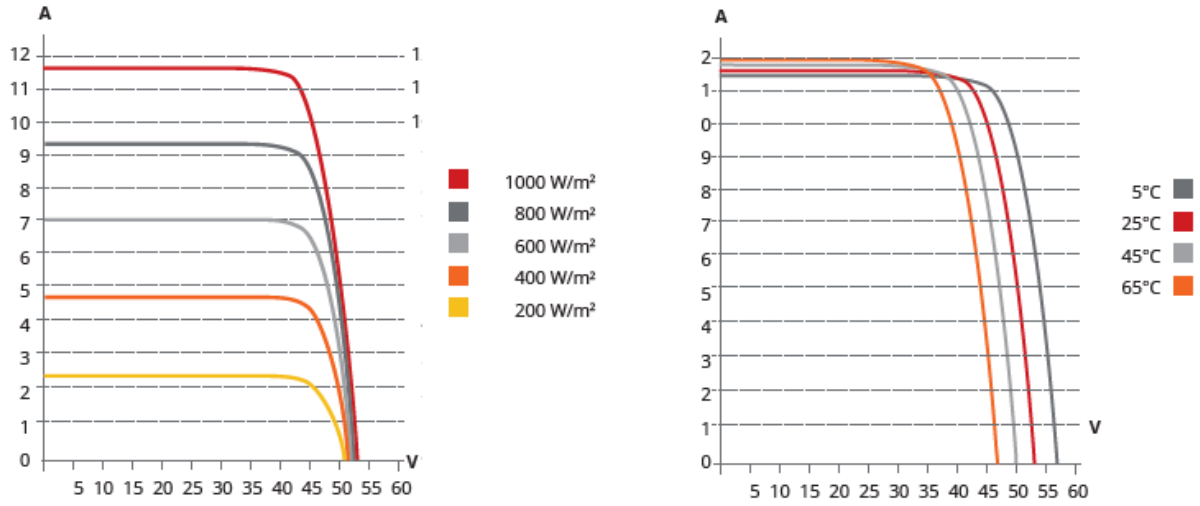
CARACTERÍSTIQUES DELS ELEMENTS I DEL MATERIAL

1. EL MÒDUL FOTOVOLTAIC

El camp fotovoltaic estarà format per 204 mòduls fotovoltaics de 495 Wp model *Canadian Solar-HiKuPro_CS3Y-MS_495W*p. Aquests mòduls són de grandíssima qualitat i certifiquen 20 anys de garantia de producte i de rendiment (superior al 84% als 25 anys). Els mòduls tenen connectors *multi-contact MC4*, tolerància positiva i caixa de connexió IP65 amb díodes de derivació. A més han de complir tota la normativa actual vigent i han de ser sempre de la mateixa marca i model. Les especificacions tècniques dels mòduls, per unes condicions STC, seran les següents:

Mòdul Canadian Solar-HiKuPro_CS3Y-MS_495Wp STC		
Potència MPP	P_{MPP} (P_{max})	495 Wp
Intensitat de curtcircuit	I_{sc}	11,72 A
Tensió de circuit obert	V_{oc}	53,30 V
Intensitat MPP	I_{MPP}	11,1 A
Tensió MPP	V_{MPP}	44,6 V
Eficiència del mòdul		21.0 %
Coeficient de temperatura	α (V_{oc})	-0,27 %/K
Coeficient de temperatura	α (I_{sc})	0,05 %/K

STC: Irradiància 1000 W/m², temperatura de la cèl·lula 25 °C, AM 1.5



2. ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA

Els mòduls aniran en posició horitzontal fixats en paral·lel a la coberta de manera coplanar, utilitzant un suport coplanar microrail amb fixació a xapa per a coberta tipus sandwich.

A continuació es mostren unes fotografies a nivell d'exemple dels mini-rails per tenir una referència del tipus de muntatge:

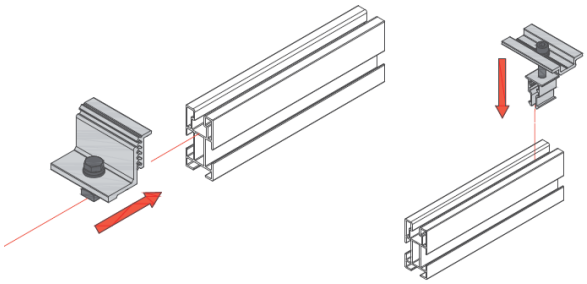


Fotografia 6) Imatge de referència d'una instal.lació amb estructura de micro-rails

Aquest sistema de suport i fixació és molt comú en aquest tipus d'instal·lacions coplanars sobre coberta sandwich, donant com a resultat una instal·lació dels mòduls fotovoltaics perfectament integrada amb la coberta, sense cap tipus d'impacte ni molèstia visual, reduint al màxim tant els esforços deguts a l'acció del vent com el pes de l'estructura.

Els materials que conformen aquest tipus de suportació són:

- Perfileria d' alumini EN AW 6005a T6
- Tornilleria pressors: acer inoxidable A2-70
- Tornilleria fixació: S42 zinc autoroscant





CÀRREGA ESTRUCTURAL

A continuació es justifica la "NO NECESSITAT" de requerir un certificat de solidesa o la justificació de càrregues estructural degut a la instal·lació fotovoltaica, extret de la *Guia d'orientacions als municipis pel foment de l'autoconsum,* editada per IDAE (guia 024 edició maig 2022) i UNEF.

En aquelles instal·lacions on sigui preceptiu l'elaboració d'un projecte d'edificació per l'art.2 de la Llei 38/1999, tal projecte ja contemplarà el necessari estudi de càrregues i, per tant, no serà necessària la presentació de cap certificat de solidesa de la coberta.

El CTE estableix les condicions que hauran de complir les cobertes i terrats. Segons l'apartat 3 "Accions variables del DB SE-AE", una coberta amb una inclinació menor a 20º ha de suportar 100 kg/m^2. Les cobertes transitables també han de suportar 100 kg/m^2.

Extracte de la taula 3.1 del DB SE-AE5 del CTE				Tipus de càrrega [kN/m^2]	
				Uniforme	Concentrada
F	Cobertes transitables accessibles d' ús privat			1	2
G	Cobertes accessibles solament per a conservació	G1	Cobertes amb inclinació inferior a 20º	1	2
			Cobertes lleugeres sobre corretges (sense sostre)	0,4	1
		G2	Cobertes amb inclinació superior a 40º	0	2

En aquest cas, el muntatge coplanar redueix al màxim la càrrega sobre coberta, ja que genera una càrrega de 11,5 kg/m^2. Per tant, la instal·lació dels mòduls fotovoltaics queda per sota del pes màxim que la coberta està obligada a suportar.

Estructura de suport

L'estructura de suport serà l'element mecànic encarregat de fixar i suportar els mòduls fotovoltaics a la coberta. Aquest element ha de complir com a mínim els requisits següents:

- Llarga vida útil sense manteniment i muntada a la intempèrie.
- Resistència mecànica als esforços provocats pel vent.
- Rapidesa i senzillesa de muntatge.
- Cost adequat.

Tot i que la major part dels fabricants disposen dels suports adequats per als seus mòduls i adaptables a diverses cobertes, s'haurà de complir estrictament amb les seves recomanacions i instruccions de muntatge.

Criteris i normes per al disseny i muntatge bàsic d'estructures de fixació i suport

1. Les estructures de suport han de ser capaces de resistir, com a mínim, 25 anys d'exposició a la intempèrie sense corrosió o fatiga apreciables.
2. L'estructura de suport s'haurà de calcular per suportar càrregues extremes per factors climatològics adversos com el vent, la neu, etc., d'acord amb el CTE apartat SE–AE Seguretat Estructural – Accions en l'Edificació.
3. El disseny i la construcció de l'estructura i el sistema de fixació dels mòduls permetrà les dilatacions tèrmiques necessàries, sense transmetre càrregues que afectin la integritat dels mòduls o la coberta, seguint les indicacions del fabricant.
4. L'estructura i els marcs metàl·lics dels mòduls es connectaran a una presa de terra i s'ajustaran al REBT.

Càrregues de vent

Les fixacions dels mòduls fotovoltaics han de ser capaços de suportar les forces que estiguin a sobre com a conseqüència de la pressió del vent a què es trobin sotmesos.

Les estructures es dissenyaran per suportar un mínim de 90 km/h de vent sostingut.

Per a qualsevol tipus de fixació de les estructures de suport dels mòduls, no s'afectarà en cap cas a la impermeabilització de la coberta.

L'estructura de suport en el seu conjunt resisteix les càrregues de vent i neu que indica l'eurocodi segons les normes vigents de l' edificació UNE EN ISO 1991.

Segons la fitxa tècnica del fabricant, els càlculs estan realitzats per a velocitats màximes admissibles de vent de 120 km/h i complint els següents requisits normatius:

- Càrregues de vent — Segons túnel del vent en model computacional CFD
- Càlcul estructural — Model computacional comprovat mitjançant EUROCODIGO 9 "projecte estructures d'alumini"

En qualsevol cas, s'hauran de complir estrictament les recomanacions i instruccions de muntatge del fabricant.

3. INVERSOR

L'inversor és l'aparell encarregat de transformar el corrent continu (DC) produït pels mòduls fotovoltaics en corrent altern (AC) de les mateixes característiques de tensió i freqüència que la xarxa elèctrica de distribució a la qual s'acobla: 3x230/400 V i 50 Hz.

Es proposa la instal·lació d'un inversor de string Huawei SUN2000-100KTL com es mostra a continuació, el qual té unes característiques tècniques molt elevades:



HUAWEI SUN2000-100KTL		
Part DC - Entrada		
Voltatge màxim entrada DC	$V_{max,CC}$	1.100 V
Intensitat de curtcircuit màxima per MPP	$I_{SC,max,\ MPP}$	40 A
Voltatge d' entrada inicial	$V_{i,\ DC}$	200 V
Rang de voltatge MPP	V_{MPP}	200-1000 V
Nº MPP		10
Nº d' entrades DC		2
Part AC - Sortida		
Potència nominal activa AC	P_{AC}	100 kW
Corrent màxim de sortida	$I_{max,\ AC}$	160,4 A

L'inversor ha de disposar d'un conjunt de proteccions obligatòries per normativa per poder acoblar-se a la xarxa elèctrica, com son:

• **No funcionament a "illa"**: l'inversor no pot estar generant quan no hi hagi tennis a la xarxa de distribució a la qual està connectat.

• **Control de mínima** i màxima tensió: l'inversor haurà de desconnectar-se automàticament quan la tensió del sistema decaigui a partir del 85% de la tensió de referència (mínima tensió U_{min} = 0,85 x U_0) o quan la superi en un valor del 110 % (màxima tensió U_{max} =1,10 x U_0).

• **Control de** freqüència: l'inversor haurà de desconnectar-se automàticament quan la freqüència de xarxa decaigui per sota de 49 Hz o superi els 51 Hz.

Aquestes proteccions estan incorporades en el propi inversor i, en la documentació annexa del present projecte s'aporten els documents acreditatius del fabricant conforme disposa i compleix les proteccions anteriors.

D'altra banda, els inversors de connexió a xarxa disposen d'un sistema de control al costat DC que permet optimitzar el funcionament dels mòduls fotovoltaics; aquest control es denomina "*seguiment del punt de màxima potència*" o *MPPT*. El sistema busca el punt de màxima potència (I_{MPP}, V_{MPP}) del camp fotovoltaic perquè aquest generi la màxima potència disponible en cada moment, ja que aquesta varia, principalment, en funció de la irradiància solar i, en segon terme, per l'efecte de la temperatura ambient en les cèl·lules. solars dels mòduls.

Quan la legislació vigent estableixi que la instal·lació hagi de disposar d'una separació galvànica entre la xarxa i les instal·lacions generadores, bé sigui per mitjà d'un transformador d'aïllament o qualsevol altre mitjà que compleixi les mateixes funcions, amb base en el desenvolupament tecnològic, s'entendrà que les funcions que es persegueixen utilitzant un transformador d'aïllament de baixa freqüència són:

1. Aïllar la instal·lació generadora per evitar la transferència de defectes entre la xarxa i la instal·lació...
2. Proporcionar seguretat personal.
3. Evitar la injecció de corrent continu a la xarxa.

Segons la *"nota d'interpretació tècnica de l'equivalència de la separació galvànica de la connexió d'instal·lacions generadores en baixa tensió"* elaborada pel Ministeri d'Indústria amb data de 17/12/2010, estableix que es poden utilitzar inversors sense transformador d'aïllament galvànic sempre que el corrent continu que passi a la xarxa sigui menor del 0,5% del corrent de sortida.

En absència d'un transformador de separació galvànica entre la instal·lació fotovoltaica i la xarxa, la pròpia instal·lació fotovoltaica ha de ser aïllada de terra en les seves parts actives, convertint-se així en una extensió de la xarxa de subministrament, en general amb un punt connectat a terra.

L'inversor ja porta internament les següents proteccions:

Características y protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra cortocircuito de CA	Sí
Protección contra sobretensión de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Protección contra descargas atmosféricas CC	Type II
Protección contra descargas atmosféricas CA	Sí, Clase de protección TIPO II compatible según EN / IEC 61643-11
Monitorización de corriente residual	Sí
Protección contra fallas de arco	Sí
Control del receptor Ripple	Sí

Tot i que l'inversor ja porta integrades aquestes proteccions a la part de DC, a causa de l'exposició de la instal·lació en una zona molt aïllada i ser susceptible de possibles sobretensions indirectes de llamps, defectes a terra, corrents induïts, etc. es creu adequat la instal·lació d'un quadre amb proteccions externes de la part de DC, per tal de protegir els strings i l'entrada de l'inversor i maximitzar la seguretat i protecció dels equips en aquest emplaçament.

El dimensionament del nombre de mòduls es fa segons les condicions de treball de temperatura més desfavorables de les cèl·lules fotovoltaiques, havent de corregir els valors STC de la fitxa tècnica dels mòduls segons els factors de correcció amb la temperatura:

$$V(T) = V(STC) + \alpha V(T) \cdot dT$$

Substituint aquestes variables pels valors reals del mòdul, s' obtenen els resultats següents. A continuació es mostra una taula amb el nombre de mòduls en sèrie de cada string i a quin MPP van connectats, amb els valors més significatius:

	Identificació de l'entrada MPP de l'inversor	Identificació del string	Pot. mòdul STC [Wp]	Voltatge MPP d'un mòdul [Vdc]	Nº mòduls en un string	Potència d'un string [Wp]	Tensió del string [V_{MPP}]	Intensitat del string (IMPP)	Tensió del string circuit obert [V_{OC}] a T_{min}	Tensió del string [V_{MPP}] a T[70ºC]
INVERSOR 1 SUN2000-100KTL	MPP 1	String 1.1	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
		String 1.2	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
	MPP 2	String 2.1	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
		String 2.2	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
	MPP 3	String 3.1	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
		String 3.2	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
	MPP 4	String 4.1	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
		String 4.2	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
	MPP 5	String 5.1	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
		String 5.2	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
	MPP 6	String 6.1	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
		String 6.2	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
	MPP 7	String 7.1	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
		String 7.2	495	44,60	9	4.455	401,4	11,10	520,7	354,0
	MPP 8	String 8.1	495	44,60	18	8.910	802,8	11,10	1041,3	708,0
		String 8.2	495	44,60	18	8.910	802,8	11,10	1041,3	708,0
	MPP 9	String 9.1	495	44,60	12	5.940	535,2	11,10	694,2	472,0
		String 9.2								
	MPP 10	String 10.1	495	44,60	15	7.425	669	11,10	867,8	590,0
		String 10.2	495	44,60	15	7.425	669	11,10	867,8	590,0

Aquests valors són els que s' han utilitzat per determinar les característiques de treball dels strings i definir la seva configuració segons els paràmetres màxims i mínims de funcionament de l' inversor.

4. PROTECCIONS ELÈCTRIQUES

Las instal·lacions elèctriques han de disposar de les proteccions següents:

- Protecció contra sobreintensitats (sobrecàrregues) ITC-BT-22
- Protecció contra sobreintensitats (curtcircuits) ITC-BT-22
- Protecció contra sobretensions ITC-BT-23
- Protecció contra contactes directes ITC-BT-24
- Protecció contra contactes indirectes ITC-BT-24
- Presa de terra ITC-BT-18, 19, 26

Totes aquestes proteccions es poden veure en l'esquema elèctric unifilar.

PROTECCIONS DE LA PART DC

Protecció per garantir la seguretat contra xocs elèctrics

El material elèctric a la banda DC s' ha de considerar en tensió, tant quan la banda d' AC estigui connectat de la xarxa, com quan l' inversor estigui desconnectat del costat de DC.

Les mesures generals per a la protecció contra xocs elèctrics seran les indicades en la ITC-BT-24, especialment la protecció per utilització d'aïllament doble o reforçat (apartat 4.2 de la ITC-BT-24), havent de ser el material elèctric (per exemple els mòduls fotovoltaics), el sistema de canalització (per exemple caixa de derivació, cables) utilitzats en la part DC, d'aïllament de classe II o equivalent.

Protecció per garantir la seguretat contra incendis causats per equips elèctrics

La calor generada pels equips elèctrics no ha de causar danys o efectes perjudicials als materials fixos confrontants o als materials que previsiblement puguin estar propers a aquests equips. Els equips elèctrics no han de presentar risc d' incendi als materials confrontants.

Els equips fixos que causen una concentració de calor han d' estar a una distància suficient de qualsevol objecte fix o elements de construcció tal que l' objecte o element, en condicions normals, no estigui subjecta a temperatures perilloses.
Excepte on el cablejat i els sistemes de cablejat estiguin encastats en material no combustible, només es poden utilitzar sistemes de cablejat (cables, conductes, canals i tubs, safates per a cables i altres sistemes de canalització elèctrica) que siguin no propagadors de la flama.

Per tal d' assegurar la protecció contra els efectes de les fallades d' aïllament juntament AC en cas de separació simple a l' interior de l' inversor o al costat d' AC, cal que la fallada sigui eliminada el més ràpid possible. Per aconseguir-ho, s'ha d'instal·lar un dispositiu controlador d'aïllament (IMD), conforme a la norma UNE-EN 61557-8, per verificar l'estat d'aïllament al costat DC al llarg del cicle de vida del grup fotovoltaic. Aquest dispositiu ja estarà integrat dins de l'inversor.

Quadre elèctric de proteccions DC

Es disposarà d'un quadre elèctric de proteccions dels strings i de l'entrada de l'inversor, de plàstic amb tapa, amb els següents elements de protecció (un per cada MPP):

- Fusibles 15A de 1.000 $_{VDC}$ instal·lats en bases curtcircuits. Un per cada polo de cada string.

- La protecció contra sobretensions transitòries (DPS) es garantirà amb un dispositiu per derivar sobretensions transitòries directes del llamp (tipus 1/classe I) i induïdes (tipus 2/classe II) per instal·lacions fotovoltaiques, segons la norma EN 50539-11. Seran equips específics per a ús fotovoltaic, amb una tensió màxima de 1500 $_{VDC}$, I_{max} = 40 kA, No requerirà fusible previ gràcies al sistema integrat de desconnexió amb capacitat d'interrupció de 10 kA (I_{scpv}).

Quadre elèctric de proteccions AC

Es disposarà d' un quadre elèctric de protecció de la part AC de sortida de cada inversor, format per una protecció magnetotèrmica de 200 A i un relé diferencial tipus A. Aquesta línia anirà a connectar-se a l'entrada del TMF10 on hi haurà un altre interruptor general de tall del mateix amperatge.

SELECCIÓ I INSTAL·LACIÓ DELS EQUIPS ELÈCTRICS

Regles comunes

Els mòduls fotovoltaics seran conformes amb els requisits fonamentals de construcció per assegurar una operació elèctrica i mecànica segura de manera que s' asseguri la prevenció dels xocs elèctrics, el risc de foc i els danys a persones deguts a esforços mecànics i ambientals. Les normes UNE-EN 61730-1 i UNE-EN 61730-2 inclouen aquests requisits.

Els inversors fotovoltaics seran conformes amb els requisits mínims de fabricació per a la protecció contra els riscos de xoc elèctric, de transferència d' energia, de foc, mecànics i altres riscos relacionats amb la conversió de corrent continu a corrent altern. Les normes UNE-EN 62109-1 i UNE-EN 62109-2 inclouen aquests requisits.

Instal·lacions i envolupants

Les caixes de derivacions, els quadres de distribució i les instal·lacions de commutació han de complir amb la sèrie de normes EN 61439.

Els envoltants del material elèctric instal·lat a l'exterior han de tenir un grau de protecció no inferior a l'IP44 d'acord amb la norma El 60529 i un grau de protecció contra l'impacte mecànic extern no inferior a IK07 d'acord amb la norma EN 62262.

Instal·lació en terra

L'inversor disposa de vigilant d'aïllament per garantir el nivell d'aïllament adequat entre els conductors actius i terra per tal d'evitar derives que poguessin produir tensions de contacte perilloses, i un dispositiu de control de corrents de defecte sensible al corrent universal (RCMU) que desconnectarà amb un màxim de corrent de defecte de 30 mA, garantint així la seguretat a les persones.

La presa de terra s'anomena tècnicament "terra de protecció" ja que la seva funció és evitar que es generin tensions perilloses a les parts de la instal·lació que entrin en tensió, de manera accidental, per algun defecte elèctric o d'origen atmosfèric. Al terra de protecció es connectaran les parts metàl·liques dels mòduls fotovoltaics, la part metàl·lica de l'estructura de suport i fixació i el terra del xassis de l'inversor.

Mitjançant la continuïtat de la unió equipotencial es connectaran tots els marcs dels mòduls fotovoltaics a través de "latiguillos" per tal de garantir l'equipotencialitat entre ells i la continuïtat de la seva connexió a terra, juntament amb tota l'estructura de suportació dels mòduls i les safates i tubs metàl·lics de conducció dels strings. Tota aquesta xarxa equipotencial anirà tota lligada amb un conductor de coure de 6 mm^2. La posada a terra del sistema es farà mitjançant un elèctrode tipus pica connectat a una caixa de seccionament de terra mitjançant conductor nu de Cu de 35 mm^2, independent per a tots els mòduls fotovoltaics i el terra de la derivació a terra del protector contra sobretensions.

El terra de l'inversor anirà amb un conductor RZ1-K fins a unir-se a la resta de terres de la instal·lació elèctrica de l'edifici.

(Tanmateix, si això no fos possible, la unió equipotencial entre terres de diferents edificis està contemplada en la ITC-BT-26 del REBT, apartat 3.1, permetent que totes les masses de la instal·lació fotovoltaica es connectin a la terra principal de l'edificació, respectant sempre l'obligació que aquestes masses de la instal·lació fotovoltaica estaran connectades a una terra independent del neutre de l'empresa distribuïdora. El terra independent implica que hi ha d'haver una distància mínima entre les javelines de la instal·lació fotovoltaica i la de l'edifici perquè no es generin tensions perilloses i pas de defectes d'una a una altra. Sovint, aquesta condició us molt difícil o gairebé impossible de complir, principalment en instal·lacions ubicades a les cobertes d'edificis a les ciutats.

En qualsevol cas i davant d'aquesta dificultat, les solucions alternatives hauran de ser proposades a la Direcció General d'Energia i Mines per tal de trobar una solució factible i segura.

El dimensionament de les línies de terra es realitza d'acord amb l'especificat en el REBT ITC-BT-18, ITC-BT-19 i ITCBT-26 així com en els punts més significatius d'altres instruccions tècniques complementàries.

SISTEMA DE MESURA I GESTIÓ D'ENERGIA

Un punt essencial dins d'una instal·lació solar fotovoltaica és el mesurament i tractament de la informació de tot el funcionament de la instal·lació.

Els objectius d'un sistema de mesura i gestió d'energia són:

- Seguiment, supervisió i control de tots els paràmetres i funcionament de la instal·lació.
- Gestió tècnica de la instal·lació i ajuda a la programació del manteniment.
- Creació de taulers d'alarmes.

El monitoratge de la producció fotovoltaica (energia solar generada) serà la recomanada pel fabricant de l'inversor. En aquest cas, cada marca d'inversor té el seu propi portal web per a veure la monitorització de producció.

En el cas de la gestió d'energia de l'autoconsum col·lectiu, i poder creuar les dades de generació amb els corresponents consumidors associats, es proposa el sistema de *NNERGIX*, que han desenvolupat una plataforma pròpia d'integració de dades i comunicacions anomenada *SENTINEL SOLAR.* Aquest sistema permet vincular un punt de generació a varis punts de consum, aplicant diferents coeficients de repartició estàtics (no està preparat el sistema per coeficients dinàmics).

El sistema obtindrà les dades de generació de l'inversor, mentre que les dades del consumidor associat les obtindrà de *Datadis.* Si es volgués una obtenció de dades horària i més real de cada consumidor, llavors es requeriria que cada consumidor associat tingués un Webee instal·lat (fora de l'abast del projecte). Sí que es requereix que cada consumidor associat tingui en el seu punt de mesura (comptador) un mòdem per enviar les dades.

POSADA EN MARXA I PROVES

Abans de la posada en servei de tota la instal·lació, aquesta haurà d'haver superat totes les proves de funcionament, verificacions, inspeccions, legalitzacions i inscripcions necessàries, obtenint en cada cas els corresponents certificats acreditatius, tant a nivell de punt de connexió i permisos amb l'empresa distribuïdora, com certificacions i posades en marxa dels equips i instal·lacions, així com totes les legalitzacions, permisos i autoritzacions que siguin requerides.

Tots aquests documents i certificats seran lliurats a la propietat.

7. PLÀNOLS

En el document corresponent d'aquest projecte s'adjunten els plànols que s'han estimat necessaris, amb els detalls suficients de totes les parts de la instal·lació d'autoconsum, amb claredat i objectivitat.

8. SEGURETAT I SALUT I GESTIÓ DE RESIDUS

Tots els residus generats durant l'obra de construcció de la instal·lació hauran de ser tractats i gestionats segons estableixi la normativa.

Les mesures de prevenció de riscos a executar durant l'obra s'hauran de concretar, detallar i especificar en el Pla de Seguretat i Salut que haurà de realitzar l'empresa constructora/instal·ladora.

9. CONCLUSIÓ

Per tot l'exposat en aquest projecte, és factible el coneixement de les condicions que haurà de reunir aquesta instal·lació d'autoconsum, éssent suficients per poder-la executar amb el total compliment normatiu i prioritzant al màxim la seguretat de les persones i dels béns.

Torrelavit, 02 de juny de 2022

ENGINYER TÈCNIC INDUSTRIAL DE TARRAGONA

L' Enginyer Tècnic Industrial:

JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y

Firmado digitalmente por JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y
Fecha: 2022.06.09 17:00:34 +02'00'

JOAN RAMÍREZ GUASCH
Col·legiat nº 19557

Enginyer Tècnic Industrial Elèctric
Enginyer Tècnic Industrial Químic
Màster en Eficiència Energètica

tesling

enginyeria i consultoria energètica

càlculs

CÀLCULS ELÈCTRICS

Segons la **GUIA TÈCNICA D'APLICACIÓ** del REBT, en el seu *annex 2*, explica el procediment per a calcular la secció d'un cable.

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

a) Criteri de la intensitat màxima admissible o d'escalfament [$I_{max,adm}$]

La temperatura del conductor del cable, treballant a plena càrrega i en règim permanent, no haurà de superar en cap moment la temperatura màxima admissible assignada dels materials que s'utilitzen per l'aïllament del cable. Aquesta temperatura s'especifica en les normes particulars dels cables i acostuma a ser de 70ºC per cables amb aïllaments termoplàstics i de 90ºC per cables amb aïllaments termoestables.

b) Criteri de la caiguda de tensió *[cdt]*

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 ja 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.

c) Criteri de la intensitat de curtcircuit *Icc*

La temperatura que pot assolir 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 5s) assignada als materials utilitzats per l'aïllament del cable. Aquesta temperatura s'especifica en les normes particulars dels cables i sol ser de 160ºC per cables amb aïllament termoplàstics i de 250ºC per cables amb aïllaments termoestables.

Aquest criteri no és determinant en instal·lacions de baixa tensió ja que per una part les proteccions de sobreintensitat limiten la duració del curtcircuit a temps molt breus i, a més amés, les impedàncies dels cables fins el punt de curtcircuit limiten la intensitat de curtcircuit.

Les fórmules utilitzades per al càlcul de les intensitats i caigudes de tensió, que a continuació es relacionen, són les següents:

	Intensitat	**Caiguda de tensió (cdt)**
Monofàsicas (230 V) i corrent continu (DC)	$I = \frac{P}{V \times \cos\varphi}$	$e(\%) = \frac{2 \times P \times L}{\gamma \times S \times V} \times \frac{100}{V}$
Trifàsicas (400 V)	$I = \frac{P}{V \times \cos\varphi \times \sqrt{3}}$	$e(\%) = \frac{P \times L}{\gamma \times S \times V} \times \frac{100}{V}$

On:

I Intensitat [A]
E Caiguda de tensió [V]
P Potència del receptor [W]
V Tensió entre fases [400 V] en circuits trifàsics i tensió monofàsica entre fase i neutre [230 V] en monofàsics
L Longitud del conductor [m]
γ Conductivitat del conductor a la temperatura de treball [m/ Ω·mm²].
S Secció del conductor [mm²].
cosφ Factor de potència, del receptor

Les caigudes de tensió de les diferents línies i tipus d'instal·lació s'ajustaran als següents percentatges:

- Circuits *enllumenat* instal·lació interior ≤ 3%
- Circuits *altres usos* instal·lació interior ≤ 5%
- Instal·lació generadora FV < 1,5%

S'haurà de realitzar el càlcul de la caiguda de tensió de cadascun dels circuits, segons la seva ubicació i emplaçament representats en els plànols i resumits en el esquema elèctric unifilar.

La reactància és un valor que es pot considerar constant i igual a 0,08 Ω (km independentment si la línia és monofàsica o trifàsica. Si els aïllaments o cobertes dels conductors estan en contacte, com normalment sempre passa, aquest valor aproximat és bastant encertat. A més a més, aquest valor de 0,08 Ω/km és un valor acceptat per la norma UNE-HD 60364-5-52 (= IEC 60364-5-52) en el seu annex G.

Tenint en compte que a mesura que la secció d'un conductor augmenta la seva resistència disminueix, l'efecte de la reactància està més present en la caiguda de tensió. Segons la Guia Tècnica del REBT, permet que per seccions menors o iguals de 120 mm^2, com és habitual trobar-se ens instal·lacions d'enllaç i instal·lacions interiors, la contribució a la caiguda de tensió per efecte de la inductància és despreciable enfront a l'efecte de la resistència, per això es desprecia el seu valor. Si superéssim aquestes seccions, seria convenient tenir en compte l'efecte de la reactància.

El valor de la conductivitat depèn de la temperatura del conductor. En absència de dades concretes o de càlcul de la mateixa, s'utilitza el valor més desfavorable possible per seguretat, corresponent amb la temperatura màxima del conductor. En tal cas, els valors de la conductivitat que s'empren són els definits a les normes UNE 20003 i UNE 21096 que recullen les característiques del coure i de l'alumini destinat a usos elèctrics. A l'annex G de la norma UNE-HD60364-5-52 ofereix els valors de (44 Ω·mm²/m (Cu) y 28 Ω·mm²/m (Al) a 90 ºC). Els cables termoplàstics suporten una temperatura màxima en règim permanent de 70ºC en el seu conductor i els termoestables de 90ºC.

Es comprovarà la temperatura real màxima a la que estarà el conductor en la canalització per tal de verificar que no es supera el seu valor màxim.

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I_{cond}}{I_{max,adm}}\right) 2$$

En conseqüència hem de tenir que, les longituds de cada circuit protegides per corrent de curtcircuit, són superiors a les reals instal·lades.

S'augmentarà el valor de la intensitat calculada amb el factor de correcció a aplicar pel tipus d'instal·lació, en el nostre cas, segons els factors de correcció per agrupament de circuits, per correcció de temperatura i altres factors segons la UNE-HD 60364-5-52

El càlcul de la secció per intensitat màxima admissible es farà seguint les indicacions de la norma UNE-HD 60364-5-52 (=IEC 60364-5-52)

En particular, pels interruptors automàtics es complirà el següent:

$I_{cn} \geq I_{cc}$ màxima prevista en el punt d'instal·lació del IA
Poder de tall mínim del IGA de: $I_{cn\ IGA} \geq 4.500$ A

Tot i això s'accepta un poder de tall inferior al resultant de l'aplicació de la condició anterior si existeix un altre dispositiu amb el suficient PdC instal·lat aigües amunt. En aquest cas, les característiques d'ambdós dispositius jan de coordinar-se de forma que l'energia que deixen passar ambdós dispositius de protecció no excedeixi la que poden suportar, sense danyar-se, el dispositiu i el cablejat situat aigües avall del primer dispositiu.

A més a més, el temps de tall de tota corrent d'un curtcircuit que es produeixi en un punt qualsevol del circuit, no ha de ser superior al temps que els conductors tarden en assolir la seva temperatura límit admissible. Pels circuits d'una

duració no superior a 5s, el temps màxim de duració del curtcircuit, durant el que s'eleva la temperatura dels conductors des del seu valor màxim admissible en funcionament normal fins a la temperatura admissible de curta duració, es pot calcular mitjançant la següent expressió i haurà de ser verificada tant per la $I_{cc,max}$ com per la $I_{cc,min}$:

$$\frac{Icc}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_f}}$$

Tot i això, per una major seguretat i com a mesura addicional de protecció contra el risc d'incendi, aquesta condició es pot transformar, en el cas d'instal·lar un IA, en la condició següent, que resulta més fàcil d'aplicar i és generalment més restrictiva:

$I_{cc,min} > I_m$

On:

$I_{cc,min}$ Corrent de curtcircuit mínima que es calcula a l'extrem del circuit protegit pel IA, corresponent per un sistema TT a un curtcircuit fase-neutre.

I_m Corrent mínima que assegura el dispar magnètic, normalment corba C ($I_m=10I_n$)

Les característiques de funcionament d'un dispositiu que protegeix un cable o conductor contra sobrecàrregues han de satisfer les dues condicions següents:

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$
2) $I_2 \leq 1{,}45\ I_z$

On:

I_B Corrent per la qual s'ha dissenyat el circuit segons la previsió de càrregues

I_z Corrent admissible del cable en funció del sistema d'instal·lació utilitzat

I_n Corrent assignada del dispositiu de protecció (pels dispositius de protecció regulables, I_n és la intensitat de regulació seleccionada.

I_2 Corrent que assegura l'actuació del dispositiu de protecció per un temps llarg (t_c temps convencional segons normal).

En IA per instal·lacions domèstiques i anàlogues (comercials, pública concurrència), utilitzant IA modulars o magnetotèrmics es defineixen 3 classes de dispar magnètic (I_m) segons el múltiple del corrent assignat (I_n), els valors normalitzats dels quals són:

Corba B	I_m	(3~5) I_n
Corba C	I_m	(5~10) I_n
Corba D	I_m	(10~20) I_n

El dimensionat adequat dels elements de protecció, tals com interruptors automàtics i fusibles, depenen de diversos factors. Precisament en moltes instal·lacions alguns d'aquests factors tenen una influència més forta que en simples instal·lacions elèctriques. Si no s'observen aquests factors, augmenta el risc que l'interruptor automàtic en condicions normals d'operació es dispari i deixi sense funcionament la instal·lació.

Influències que incideixen sobre la conductivitat del cable:

- **Tipus de cable aplicat:**
  La conductivitat del cable depèn de la seva secció, del material i del tipus de cable (aïllament, nombre de conductors, etc.).
- **Temperatura ambient junt al cable:**
  Un augment de la temperatura ambient junt al cable redueix la seva conductivitat.
- **Estesa del cable:**
  Si per exemple un cable s'estén en material aïllant, la seva conductivitat es redueix. Quan més dolenta sigui la dissipació tèrmica cap a l'exterior, més baixa serà la seva conductivitat.

- **Acumulació de cables:**
  Si els cables es disposen uns a prop dels altres, aquests s'escalfaran entre sí. Degut a l'escalfament dels cables la conductivitat es redueix.

Altres influències que incideixen sobre el dimensionament:

- **Escalfament entre sí dels interruptors automàtics:**
  Si els interruptors automàtics s'instal·len en sèrie uns a prop dels altres, aquests s'escalfen entre sí. Si aquest escalfament és molt elevat, els interruptors es dispararan per sota del seu corrent nominal.
- **Temperatura ambient junt a l'interruptor automàtic:**
  Si la temperatura ambient junt a l'interruptor és alta, la dissipació tèrmica és menor. Degut a això, l'interruptor automàtic es dispara a un corrent menor del seu corrent nominal.
- **Selectivitat:**
  Fusibles/interruptors automàtics instal·lats successivament han d'estar sincronitzats uns amb els altres, per tal d'evitar disparaments involuntaris de dispositius de protecció.
- **Tipus d'equip connectat:**
  En dependència del comportament d'arrancada de l'equip connectat, s'hauran d'aplicar diferents característiques per evitar disparaments erronis.

CÀLCUL DELS CURTCIRCUITS

Considerant un curtcircuit adiabàtic en el qual tota la calor s'utilitza en augmentar la temperatura del conductor, es pot igualar la calor generada per efecte Joule amb la calor utilitzada en l'augment de temperatura del conductor:

$dQJ = R \cdot I^2 \cdot dt$

R	Resistència del conductor [Ω]
I	Intensidad de la corrent de curtocircuit [A]
t	temps [s]

Partint que l'escalfament adiabàtic no supera els 5 segons i que el curtcircuit es considera estabilitzat en 0,1 s, per això el domini del temps és entre 0,1 i 5 segons.

La fórmula es pot anar simplificant quan es suposa que el curtcircuit s'inicia a la màxima temperatura en règim permanent del conductor ($T_i = T_{mrp}$)

$$\frac{Icc}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_f}}$$

El valor de I_{CC} serà major si quan es produeix el curtcircuit el conductor no estigui funcionant a la seva màxima temperatura de règim permanent. D'aquí que els valors obtinguts per l'expressió sempre són els més pessimistes.
Els valors de K, substituint-los segons:

$$K = \sqrt{\frac{c \cdot \gamma \cdot \beta}{\rho_0}} \cdot \sqrt{\ln \frac{\beta + T_{cc}}{\beta + T_{mrp}}}$$

c, Y, β y ρ0 es poden extreure a partir de la taula exposada a continuació el contingut de la qual pertany a l'annex A de la norma UNE-HD 60364-5-54. Aquesta norma és l'actualitzada de la UNE-20460-5-54 que figura al punt 3.4 de la ITC-BT-18 del REBT. L'annex per l'obtenció de K ve referenciat a la nota 4 de la taula 43 de la norma UNE-HD 60364-4-43 (protecció contra sobreintensitats). Aquesta norma és igualment actualitzada de la UNE 20460-4-43 que figura als punts 1.1 i 1.2 de la ITC-BT-22 del REBT.

Material	**β (°C)**	**Q_c (J/(°C·mm³))**	**ρ_{20} (Ω·mm)**
Coure	234,5	$3{,}45 \times 10^{-3}$	$17{,}241 \times 10^{-6}$
Alumini	228	$2{,}5 \times 10^{-3}$	$28{,}264 \times 10^{-6}$

on:

β inversa del coeficient de temperatura de la resistivitat a 0 ºC del conductor

Q_c és la capacitat volumètrica del calor del material conductor a 20 ºC

ρ_{20} és la resistivitat elèctrica del material conductor a 20 ºC (valor que figura en UNE 20003 (IEC 28)

Segons la norma UNE 20003 (IEC 28) (coure-tipus industrial, para aplicacions elèctriques) al seu punt 5.32:

$\rho_T = \rho_0 \cdot (1+\alpha_0 \cdot (T-0))$ i com que $\alpha_0 = 1/\beta$, para T = 20 ºC:

$$\rho_0 = \frac{\rho_{20}}{(1+\frac{1}{\beta}\cdot 20)} = \frac{17{,}241 x 10^{-6}}{(1+\frac{20}{234{,}5})} = 1{,}5886 x 10^{-5}\ \Omega\cdot mm$$

Així els valors de K estan tabulats segons el tipus de cable (conductor i aïllament), coincidint amb els de la taula 43A de UNE-HD 60364-4-43. A continuació es recullen els valors de K pels casos més freqüents, que coincideixen amb els valors establerts a les taules 16 i 17 de la ITC-BT-078 del REBT (per t=1s), vàlids per BT i MT:

Material del conductor	Aïllament	T max règim permanent [ºC]	T max curtcircuit [ºC]	K [A·s$^{1/2}$/mm^2]
Coure	XLPE	90	250	143
	EPR			
	Poliolefines Z			
	PVC	70	160	115 (S ≤ 300 mm^2) 103 (S > 300 mm^2)
	Poliolefines Z1			
	HEPR	105	250	135
	Goma (només H07RN-F)	60 (mòbil) 85 (fix)	200	141 (mòbil) 125 (fix)
Alumini	XLPE	90	250	94
	HEPR	105	250	89
	PVC	70	160	76 (S ≤ 300 mm^2) 68 (S > 300 mm^2)

Per a simplificar el càlcul de corrents de curtcircuit, com que generalment es desconeix la impedància del circuit d'alimentació a la xarxa (impedància del transformador, xarxa de distribució i escomesa) s'admet que en cas de curtcircuit la tensió a l'inici de les instal·lacions dels usuaris es pugui considerar com 0,8 vegades la tensió de subministre. Es pren com a defecte fase terra com el més desfavorable, i a més a més es suposa despreciable la inductància dels cables.

Per tant, es pot utilitzar la següent fórmula simplificada, segons recomana la Guia Tècnica d'Aplicació del REBT:

$$Icc = \frac{0{,}8 \cdot U}{R}$$

On:

Icc Intensitat de curtcircuit màxima al punt considerat

U Tensió d'alimentació fase neutre [230 V]

R Resistència del conductor de fase entre el punt considerat i l'alimentació

Es considerarà només la resistència per tal de simplificar, ja que al tractar-se d'una secció petita la reactància influeix molt poc (~0,08Ω/km). Utilitzant el valor de resistivitat del coure a 150ºC (valor de temperatura estimat per curtcircuit), es calcula la seva resistivitat segons la fórmula de la UNE 2003 (IEC 28), on el valor és de ρ_{Cu150} = 0,02605 mm^{2}Ω/m.

Els cables que connecten els mòduls es fixen per la part posterior dels propis mòduls, on la temperatura pot assolir temperatures de 70ºC, i uns voltatges de strings en rangs de treball de MPP (generalment entre 200 i 1.000 V). A més a més poden estar exposats a condicions ambientals desfavorables (rajos UV, temperatures ambient extremes, pluja i humitat, etc.). Per tant, s'utilitzaran cables especials dedicats i fabricats expressament per l'ús fotovoltaic, del tipus unipolars de tensió nominal de 0,6/1kV i una temperatura màxima de funcionament no inferior a 90ºC.

Es prestarà total atenció en el muntatge de totes les canalitzacions, evitant en tot el recorregut possible la seva exposició ambiental. Per a tal fi s'utilitzaran els sistemes de canalització adequats en tot moment, utilitzant premsaestopes i elements de sellat en tot el recorregut, així com tapes en les canals per evitar l'acció ambiental (pols, aigua, humitat, etc) i la penetració d'animals i insectes.

La secció del cable haurà de ser tal que compleixi aquestes dues condicions simultàniament:

- La seva capacitat de transport de corrent I_z (conegut com la intensitat màxima admissible del conductor) no serà menor que la corrent de disseny I_b.
- La caiguda de tensió en els seus extrems estarà dins dels límits fixats.

En condicions de servei normals cada mòdul subministra una intensitat propera a la de curtcircuit, de manera que la intensitat de servei pel circuit de la cadena es suposa igual a:

$$I_b = 1{,}25 \cdot I_{SC}$$

La capacitat de transport de corrent I_0 dels cables normalment ve donada pel fabricant a 30ºC a l'aire lliure. Si es tenen també en compte els mètodes d'instal·lació i les condicions de temperatura, ha de reduir-se la capacitat de transport de corrent I_0 mitjançant els corresponents factors de correcció:

$$k_1 = 0{,}58 \cdot 0{,}9 = 0{,}52$$

El factor de correcció 0,58 té en compte la instal·lació a la part posterior dels mòduls fotovoltaics, on la temperatura assoleix temperatures de 70ºC (1); el factor de 0,9 té en compte la instal·lació dels cables solars en conductes i al sistema de canalització.

(1) A una temperatura ambient de 70ºC i prenent una temperatura de servei màxima pel material aïllant igual a 90ºC el resultat és:

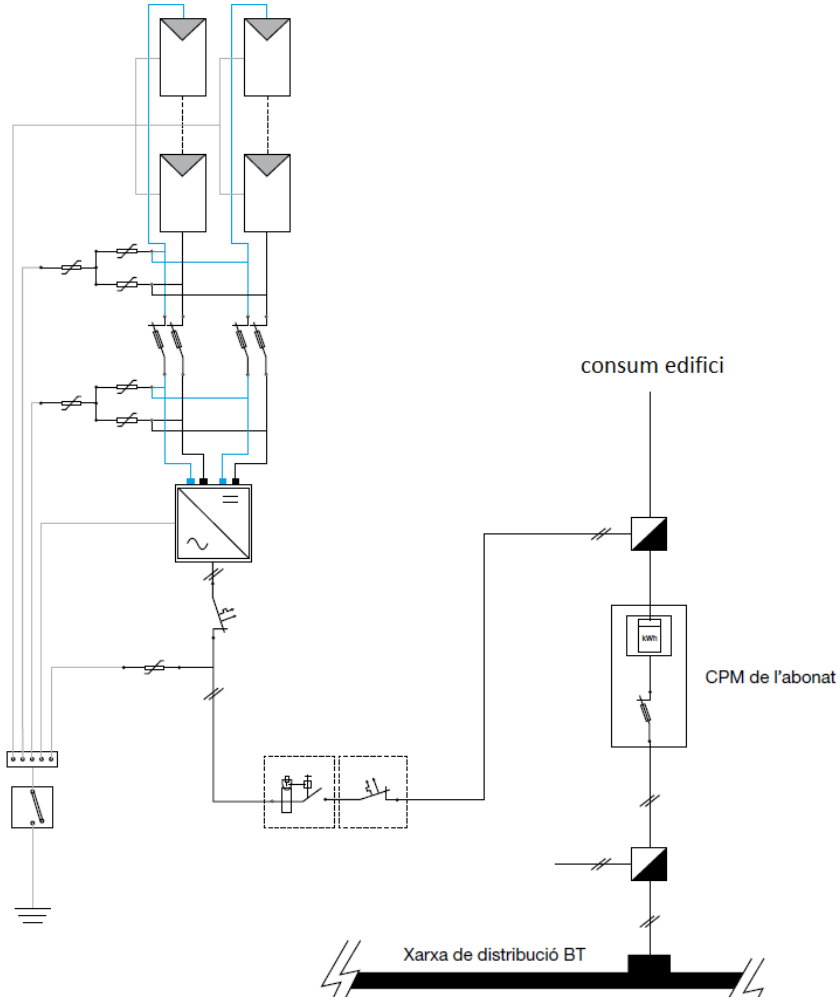
$$\sqrt{\frac{\theta_{max} - 0}{\theta_{max} - 0_0}} = \sqrt{\frac{90 - 70}{90 - 30}} = \sqrt{\frac{1}{3}} = 0{,}58$$

Els coeficients de correcció pel tram exterior són:

- Per acció solar directa (UNE 20435, punt 3.1.2.1.4).
- Per temperatura de treball a 70ºC i per agrupament de circuits.
- Per ser instal·lació generadora.

Segons la ITC BT 40, així com la norma UNE-HD 60364-7-712 (apartat B2) considera que la intensitat admissible s'ha d'augmentar amb un coeficient del 1,25.

A continuació es mostra un esquema gràfic de la diferent connectivitat elèctrica i aparamenta de protecció d'una instal·lació fotovoltaica per autoconsum, extreta de la col·lecció *Quadern pràctic núm 4* publicat per l'ICAEN, esquema base de referència per a dimensionar una instal·lació d'aquest estil.



PROTECCIONS DE LA PART DC

Protecció per garantir la seguretat contra les sobreintensitats

Les mesures generals per la protecció contra sobreintensitats seran les indicades a la ITC-BT-22, tenint en compte les següents particularitats pels sistemes de DC fotovoltaics. En un grup fotovoltaic amb N_S cadenes (més de dues cadenes) en paral·lel, han d'exigir-se dispositius de protecció per protegir cada cadena fotovoltaica complint la següent condició:

$$1{,}35 \cdot I_{MOD_MAX_OCPR} < (N_S - 1) \cdot I_{SC\ max}$$

En un grup fotovoltaic amb una o dues cadenes fotovoltaiques en paral·lel no es requereix un dispositiu protector de sobreintensitat. Si l'inversor té diferents MPP i el corrent invers no pot circular d'una entrada a l'altra degut al disseny de l'inversor, N_S és el nombre de cadenes connectades a una entrada individual en DC.

Totes les cadenes connectades en paral·lel han de tenir la mateixa tensió nominal. A la pràctica això significa que cada cadena té el mateix nombre de mòduls connectats en sèrie, utilitzant mòduls equivalents.

Quan s'utilitzin dispositius de protecció, el seu corrent nominal I_n ha de complir amb les següents condicions:

$$1{,}1 \cdot I_{SC_MAX_string} \leq I_n \leq I_{MOD_MAX_OCPR}$$

Si vàries cadenes en paral·lel estan protegides per un únic dispositiu de protecció de sobreintensitat, el corrent nominal I_n ha de complir amb la següent fórmula, on N_p és el nombre de cadenes en paral·lel connectades al mateix dispositiu de protecció de sobreintensitat:

$$N_P \cdot 1{,}1 \cdot I_{SC\ max} \leq I_n \leq I_{MOD_{MAX_{OCPR}}} - (N_P - 1) \cdot I_{SC\ max}$$

Els dispositiu de protecció contra sobreintensitats utilitzats al costat DC s'han de protegir en ambdues polaritats, independentment de la configuració de la instal·lació.

Els dispositius de protecció contra les sobreintensitats del costat DC seran o bé fusibles gPV d'acord la norma EN 60269-6 o bé interruptors d'acord amb la normal EN 60947-3 o d'acord amb la norma EN 60898-2, adequats per al seu funcionament en corrent continu, corrent inversa i corrent crítica.

Protecció elèctrica contra corrent invers

En principi el corrent invers només pot donar-se en mòduls connectats en paral·lel en els quals la seva tensió oberta en borns (V_{OC}) varia. En funcionament normal amb strings de la mateixa longitud es sol evitar que es produeixi aquesta situació. Donat que l'ombra té un efecte mínim sobre la V_{OC}, també en aquest cas el corrent invers és gairebé apreciable.

Tot i que en un generador fotovoltaic instal·lat i funcionant correctament no es poden produir corrent invers elevat, sí que aquest pot ser el resultat d'un error del generador fotovoltaic (per exemple després d'un curtcircuit en un o diferents mòduls), degut al qual la V_{OC} sí que varia en borns dels strings en paral·lel al primer.

Protecció contra sobrecàrregues

Protecció dels cables per cadena fotovoltaica

En un grup fotovoltaic amb una cadena fotovoltaica o dues cadenes en paral·lel, no es requereix dispositiu protector de sobreintensitat.

El corrent permanent admissible I_Z del cable per cadena fotovoltaica ha de ser superior o igual al corrent màxim de curtcircuit de la cadena:

$$I_{SC_MAX_string} \leq I_Z$$

En un grup fotovoltaic amb N_S cadenes en paral·lel (amb N_S superior a 2), el corrent màxim invers que circula en el cable per cadena fotovoltaica és $(N_S - 1) \cdot I_{SC\ MAX}$

Ha d'utilitzar-se una de les següents mesures:

a) Quan no es requereixi el dispositiu de protecció de sobreintensitat de la cadena fotovoltaica (N_S -2), el corrent permanent admissible I_Z dels cables per cadena fotovoltaica han de ser superiors o iguals al corrent màxim invers:

$$(N_S - 1) \cdot I_{SC_MAX_string} \leq I_Z$$

b) Quan es requereix el dispositiu de protecció de sobreintensitat de la cadena fotovoltaica, el corrent permanent admissible I_Z dels cables per cadena fotovoltaica han de ser superiors o iguals al corrent nominal del dispositiu de protecció de la cadena I_n:

$$I_n \leq I_Z$$

CÀLCULS STRINGS DC

Mòdul FV Canadian Solar HiKuPro CS3Y-MS 495 Wp

	Identificació de l'entrada MPP de l'inversor	Identificació del string	Pot. mòdul STC [Wp]	Voltatge MPP d'un mòdul [Vdc]	Nº mòduls en un string	Secció del conductor [mm²]	Longitud del conductor [m]	Potència d'un string [Wp]	Tensió del string [V_{MPP}]	(e) Caiguda de tensió màxima admissible (cdt en %)	cos Φ	(I_{MPP}) Intensitat del string [A]	Detall de la composició de l'aïllament	T material aillant XLPE [ºC]	T_{amb} del conductor [ºC]	(Tr) Temperatura real estimada del conductor	Reducció per agrupament i per temperatura - Factors K1 i K2	Intensitat de càlcul corregida [A], segons UNE-HD 60364-5-52	Intensitat admissible del conductor [A]	cdt string [%]
INVERSOR 1 SUN2000-100KTL	MPP 1	String 1.1	495	44,60	9	6,00	80	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,35
		String 1.2	495	44,60	9	6,00	80	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,35
	MPP 2	String 2.1	495	44,60	9	6,00	78	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,32
		String 2.2	495	44,60	9	6,00	78	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,32
	MPP 3	String 3.1	495	44,60	9	6,00	76	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,29
		String 3.2	495	44,60	9	6,00	76	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,29
	MPP 4	String 4.1	495	44,60	9	6,00	74	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,25
		String 4.2	495	44,60	9	6,00	74	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,25
	MPP 5	String 5.1	495	44,60	9	6,00	72	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,22
		String 5.2	495	44,60	9	6,00	72	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,22
	MPP 6	String 6.1	495	44,60	9	6,00	70	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,19
		String 6.2	495	44,60	9	6,00	70	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,19
	MPP 7	String 7.1	495	44,60	9	6,00	68	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,15
		String 7.2	495	44,60	9	6,00	68	4.455	401,4	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	1,15
	MPP 8	String 8.1	495	44,60	18	6,00	66	8.910	802,8	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	0,56
		String 8.2	495	44,60	18	6,00	66	8.910	802,8	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	0,56
	MPP 9	String 9.1	495	44,60	12	6,00	55	5.940	535,2	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	0,70
		String 9.2																		
	MPP 10	String 10.1	495	44,60	15	6,00	50	7.425	669	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	0,51
		String 10.2	495	44,60	15	6,00	50	7.425	669	1,5%	1,00	11,10	ZZ-F	90	70	76,31	0,52	21,34	38	0,51

CARACTERÍSTIQUES DEL MÒDUL - condicions STC			
Potència màxima - Pmax	P_{MPP}	495	W
Tensió MPP	V_{MPP}	44,6	V
Intensitat MPP	I_{MPP}	11,1	A
Tensió en circuit obert	V_{OC}	53,3	V
Intensitat de curtcircuit	I_{SC}	11,72	A
Coeficient de variació de P_{max}	αP_{MPP} f(T)	-0,35	%/ºC
Coeficient de variació de V_{OC}	αV_{OC} f(T)	-0,27	%/ºC
Coeficient de variació de I_{SC}	αI_{SC} f(T)	0,05	%/ºC
Càlcul del valor de tensió màxima (hivern)	$T_{amb,min\ historica}$	-10	ºC
	$T_{cel,\ min}$	-7	ºC
	V_{OC} ($T_{cel,\ max\ hist\ OC}$)	57,9	V
	V_{MPP} ($T_{cel,\ hivern\ MPP}$)	47,2	V
Càlcul del valor de tensió mínima (estiu)	T_{amb}	35	ºC
	T_{cel}	69	ºC
	V_{MPP} (T_{cel})	39,3	V
Càlcul del valor d'intensitat màxima (estiu)	$Isc_{,max}$ (T_{max}) per MPP	22,7	A
	$Isc_{,max}$ (T_{max}) per MPP	24,0	A

CARACTERÍSTIQUES DE L'INVERSOR			
Tensió màxima DC	$V_{max,DC}$	1100	V
MPP tensió min	$V_{MPP,min}$	200	V
MPP tensió max	$V_{MPP,max}$	1000	V
Intensitat MPP màxima (T_{max})	$I_{MPP,max}$	23	V
Intensitat curtcircuit màxima (T_{max})	$I_{sc,max}$	40	V
Nº mòduls per string	Nº mínim per $V_{MPP,min}$	6	
	Nº màxim per $V_{OC,max\ (Tmin)}$	19	
	Nº màxim strings per MPP (T_{max})	2	

CÀLCULS AC

Inversor HUAWEI SUN2000-100KTL

TRAM	POTÈNCIA INSTAL.LADA [W]	TENSIÓ [V]	COS FI	SECCIÓ FASE [mm²]	LONG [m]	CAIGUDA DE TENSIÓ TOTAL [%]	Cu o Al	INTENSITAT [A] TEÒRICA	F reducció UNE-HD 60364-5-52	CORREGIDA UNE-HD 60364-5-52	ADMISIBLE CONDUCTOR	Temp. estimada del conductor [ºC]	Temp. max del conductor [ºC]	Tipus aïllament conductor	TENSIÓ ASSIGNADA conductor	CURTCIRCUIT TEMPS DURADA [s]	Icc [A] ADMISSIBLE	Icc min [A] CALCULADA	MAGNETOTÈRMIC Im [A]	PdC [A]	In [A]
D'INVERSOR A CONNEXIÓ BT	100.000	400	1	95	60	0,9	Cu	144,3	0,85	169,8	224	69	90	RZ1-K (AS)	0,6/1 kV	0,1	42.960	5.603	2000	25.000	200 4P

estudi energètic

Producció estimada

L'estimació de la producció prevista (energia solar generada) per la instal·lació fotovoltaica de 100,98 kWp es realitza mitjançant programes de càlcul específics i bases de dades totalment reconegudes. En particular, s'ha utilitzat l'eina PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), de L'Institute for Energy and Transport (IET) pertanyent al Joint Research Centre, de la Comissió Europea (Unió Europea).

El rendiment global d'una instal·lació solar determinarà la producció d'energia. Per això s'han de minimitzar les pèrdues que en la instal·lació provenen de diverses causes, entre les quals destaquen les següents:

- **Tolerància.** La tolerància en els valors de potència nominal del mòdul fotovoltaic (normalment entre un 3% i un 5%).
- **Degradació.** Un mòdul fotovoltaic el disseny del qual hagi estat certificat segons la norma IEC 61215 (per silici cristal·lí) i hagi estat fabricat amb un sistema de qualitat ISO 9001, no ha de presentar degradació apreciable. Tot i això, aquest valor ve donat pel fabricant, menor al 0,5% anual.
- **Mismatch.** La connexió en sèrie de mòduls amb potències no exactament iguals produeix pèrdues, en quedar limitada la intensitat de la sèrie a la que permeti el mòdul de menor corrent (*mismatch*).
- **Dispersió de característiques.** La potència del mòdul es mesura en condicions d'il·luminació específiques. En operació, en el mòdul incidirà una radiació diferent a la de l'assaig, és a dir, no sempre serà perpendicular i amb un espectre estàndard AM 1.5. aquesta dispersió de característiques donarà lloc a unes pèrdues angulars i espectrals.
- **Pols i brutícia.** La potència de sortida del mòdul disminuirà a causa de la pols i la brutícia que probablement es dipositarà sobre la seva superfície. Aquestes seran minimitzades al màxim segons la planificació del manteniment, i tindran en compte les característiques ambientals particulars de la zona (excrements d'ocells, neu, ambient polsegós o amb partícules en suspensió, fulles i possibles brutícies localitzades, etc.).
- **Temperatura.** Es produeix una pèrdua de potència quan el mòdul treballa amb les cèl·lules a temperatures superiors als 25ºC (temperatura de referència en condicions STC). L'efecte de la temperatura és el que més influeix en la pèrdua de producció.
- **Ombrejat.** Les pèrdues per ombrejat sobre la superfície de les cèl·lules seran normalment nul·les, tot i que segons el disseny en fase de projecte es poden tenir en compte certes ombres i valorar la seva pèrdua de radiació (com per exemple, tolerar ombrejats parcials en les hores extremes del dia). En aquest cas, hi ha certes ombres a primera hora del matí i a última hora de la tarda, més accentuades durant els mesos d'hivern. Aquesta pèrdua de producció s'ha tingut en compte penalitzant la generació FV.
- **PMP.** Les pèrdues de l'inversor i el dispositiu de seguiment del Punt de Màxima Potència (MPP) estan compreses entre un 3% i un 6%, però aquestes seran minimitzades a l'hora de configurar el connexionat dels mòduls.
- **Caigudes de tensió del cablejat.** Les pèrdues de caigudes de tensió del cablejat, tant de la part de corrent continu com de la part de corrent altern, solen ser petites, no essent superior al 1,5%.
- **Disponibilitat.** La disponibilitat també pot afectar a la pèrdua de producció, ja sigui per aturades externes a la planta (falta de tensió a la xarxa de distribució), com per problemes interns de la pròpia instal·lació.

A continuació es mostren els resultats de la simulació energètica de producció amb PVGIS:

BALANÇ ENERGÈTIC	
Producció fotovoltaica anual	137.133 kWh/any
PR anual	73,85 %
Estalvi en emissions de CO_2	65,96 TnCO_2/any (*)

(*) *Factor d'emisions de 0,481 kgCO_2/kWh segons el valor del factor d'emissió de l'electricitat a l'any 2005, any de referència del Pacte de les Alcaldies. Extret del programa sectorial Renovables 2030, de suport a inversions locals pel clima (DIBA).*

Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

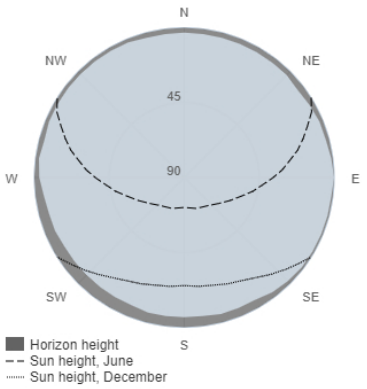
Provided inputs:

Latitude/Longitude:	41.446,1.730
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed:	100.98 kWp
System loss:	19 %

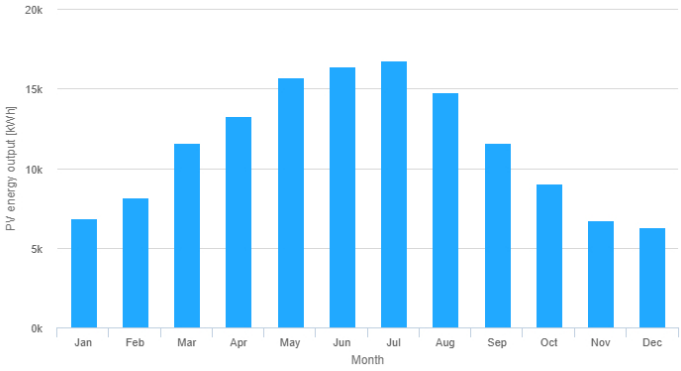
Simulation outputs

Slope angle:	9 °
Azimuth angle:	18 °
Yearly PV energy production:	137133.56 kWh
Yearly in-plane irradiation:	1839 kWh/m²
Year-to-year variability:	3288.97 kWh
Changes in output due to:	
Angle of incidence:	-3.25 %
Spectral effects:	0.77 %
Temperature and low irradiance:	-6.49 %
Total loss:	-26.15 %

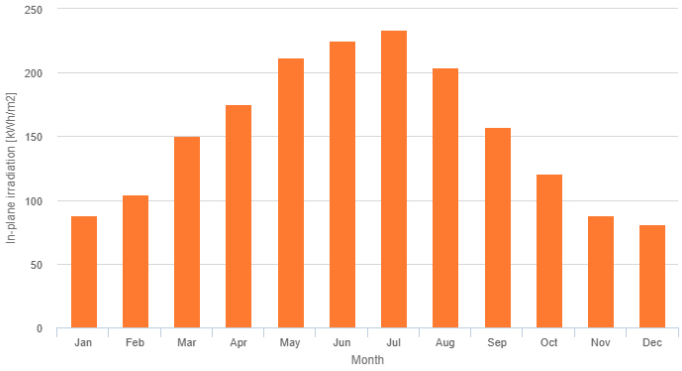
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	6854.3	87.7	752.6
February	8148.8	104.1	801.2
March	11606.1	150.6	840.1
April	13253.0	175.4	989.3
May	15709.5	211.8	1170.1
June	16386.0	225.3	584.0
July	16766.7	233.4	535.7
August	14762.6	204.3	536.0
September	11578.6	157.6	562.1
October	9053.3	120.5	841.5
November	6748.3	87.9	749.1
December	6266.5	80.7	520.8

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

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

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

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

PVGIS ©European Union, 2001-2022.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2022/05/24

plec de condicions tècniques

Les instal·lacions solars fotovoltaiques estan subjectes al marc normatiu establert per les instal·lacions elèctriques de baixa tensió REBT i més específicament la instrucció tècnica ITC-BT 40 "Instal·lacions generadores de baixa tensió".

En les instal·lacions fotovoltaiques, cal tenir en compte el compliment de les normes UNE-EN elaborades pel Comité Tècnic de Normalització, les AEN/CTN/206/GT82, que corresponen a sistemes d'energia solar fotovoltaica i que defineixen els paràmetres mínims exigibles als equips i instal·lacions fotovoltaiques.
Complementàriament a tot això i referit únicament a les instal·lacions fotovoltaiques de connexió a la xarxa, les companyies elèctriques estableixen els requisits tècnics que han de complir totes les instal·lacions fotovoltaiques que vulguin operar a traves de la seva xarxa elèctrica.

Qualificació professional de l'empresa instal·ladora
Segons la normativa vigent, els tècnics qualificats per a executar les instal·lacions fotovoltaiques seran els instal·ladors elèctrics de baixa tensió amb categoria d'especialista IBTE, que habilita l'instal·lador/a per a executar i dissenyar les instal·lacions generadores d'electricitat en baixa tensió.

Aquest és l'únic requisit oficial necessari per a poder dur a terme aquesta activitat professional.

ITC BT 40 – INSTAL·LACIONS GENERADORES DE BAIXA TENSIÓ
Edició setembre 2013 – Revisió 1

Les instal·lacions generadores d'autoconsum es classifiquen, atenent al seu funcionament respecta a la xarxa de distribució pública, com a *grup c) Instal·lacions generadores interconnectades*, definides com aquelles que estan treballant normalment en paral·lel amb la xarxa de distribució pública, i particularment:

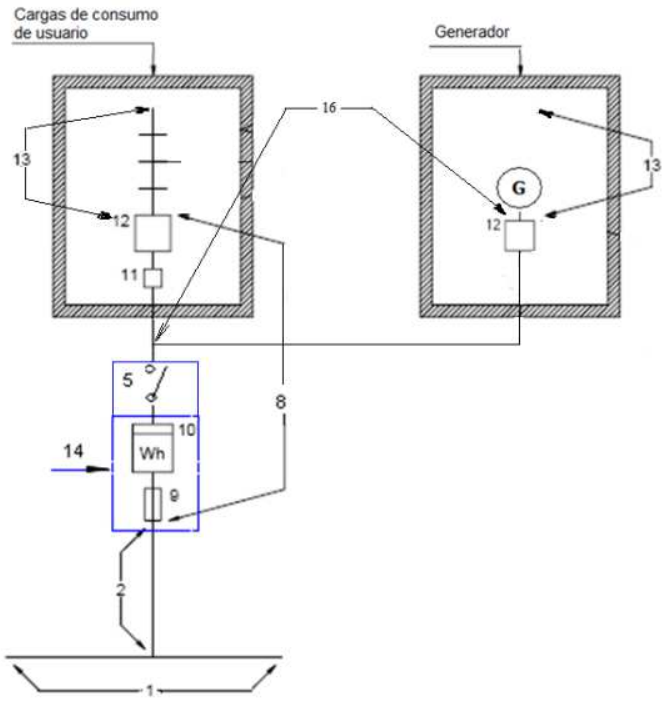
> *c1) Les instal·lacions generadores amb punt de connexió a la xarxa de distribució de baixa tensió en la que hi hagi altres circuits i instal·lacions de baixa tensió connectats a ella, independentment que la finalitat de la instal·lació sigui tant vendre energia com alimentar càrregues, en paral·lel amb la xarxa.*
>
> *c2) Les instal·lacions generadores amb punt de connexió a la xarxa d'alta tensió mitjançant un transformador elevador de tensió, que no té altres xarxes de distribució de baixa tensió que alimenten càrregues alienes, connectades a ell.*

Les prescripcions de la ITC-BT-40 són aplicables a totes les instal3lacions d'autoconsum interconnectades, sigui quina sigui la seva potència. Totes les instal·lacions de generació interconnectades a la xarxa de distribució en baixa tensió han de disposar de dispositius que limitin la injecció de corrent continu i la generació de sobretensions, així com impedir el funcionament en illa d'aquesta xarxa de distribució, de manera que la connexió de la instal·lació de generació no afecti el funcionament normal de la xarxa ni la qualitat del subministrament dels clients que hi estan connectats.
Les instal·lacions d'autoconsum sense excedents, independentment que es connectin a la xarxa de baixa tensió o a la d'alta tensió, amb generació i regulació en baixa tensió, han de disposar d'un sistema que eviti l'abocament d'energia a la xarxa de distribució que compleixi els requisits i assajos del nou annex I de la ITC-BT-40.
Els generadors per subministraments amb autoconsum amb excedents i els d'autoconsum sense excedents de més de 800VA que es connectin a instal·lacions interiors receptores d'usuari ho han de fer a través d'un circuit independent i dedicat des d'un quadre de comandament i protecció que inclogui protecció diferencial de *tipus A*, que ha de ser de 30 mA en instal·lacions d'habitatges o instal·lacions accessibles al públic en general.

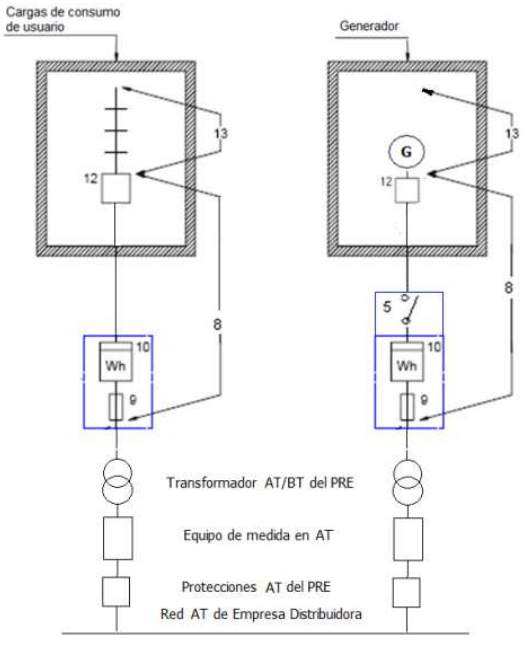
En aquestes instal·lacions de *tipus c)* quan la xarxa de distribució es desconnecta, es poden alimentar càrregues pròpies sempre que es compleixin les condicions de desconnexió i connexió de la instal·lació generadora a la xarxa de distribució, requerides en la ITC-BT-40.

Les instal·lacions elèctriques d'alimentació fotovoltaiques s'executaran preferentment segons allò establert en la norma UNE 20460-7-712 en tot allò que no colisioni amb els requisits de les legislacions aplicables.
Les instal·lacions situades a la intempèrie hauran de complir amb els requisits de la ITC-BT-30.
En edificis o establiments industrials hauran de complir-se les disposicions del RESCIEI, RD 2267/2004 i les seves modificacions.
En el cas de locals i edificis per ús terciari hauran de complir-se les disposicions del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), DB-SI (Document Bàsic de Seguretat en cas d'incendi).
Serà responsabilitat del titular de la instal·lació generadora la correcta actuació de les proteccions, la vigilància de les condicions de seguretat i de connexió a la xarxa.

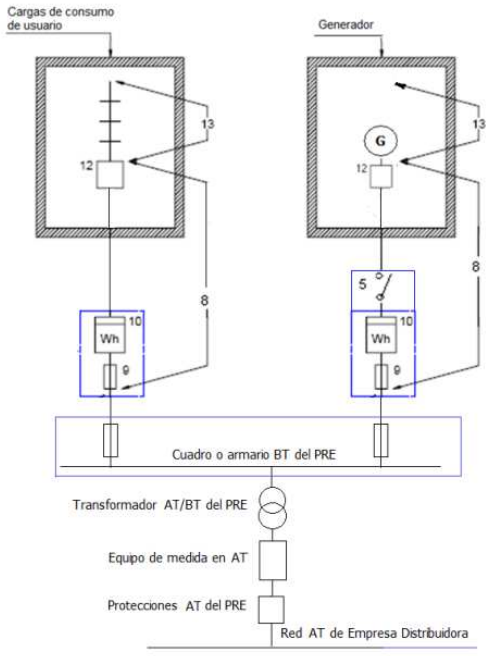
L'esquema representatiu d'aquestes instal·lacions és el denominat *esquema 7 (mètode de mesura bidireccional. Connexió en la DI)*:



En el cas de les instal·lacions tipus *c2*, els possibles esquemes representatius de connexió seran els següents:



Esquema 15) Connexions independents a la xarxa de distribució de AT del generador i el subministre associat



Esquema 16) Amb la instal·lació de connexió a la xarxa de distribució de AT compartida per generador i consum associat

En les instal·lacions cobertes pel RD 1699/2011, les proteccions que garanteixin que les fallades internes de la instal·lació no pertorbin el correcte funcionament de les xarxes a les que estan connectades, poden estar incorporades en l'ondulador.

Els cables de connexió hauran d'estar dimensionats per una intensitat no inferior al 125% de la màxima intensitat del generador i la caiguda de tensió entre el generador i el punt d'interconnexió a la xarxa de distribució pública o a la instal·lació interior, no serà superior al 1,5%, per la intensitat nominal.

La tensió generada serà pràcticament senoidal, amb una taxa màxima d'armònics, en qualsevol condició de funcionament de:

Armònics d'ordre par	4/n
Armònics d'ordre 3	5
Armònics d'ordre impar (≥5)	25/n

Les proteccions mínimes a disposar seran les següents:

- De sobreintensitat, mitjançant relés directes magnetotèrmics o solució equivalent.
- De mínima tensió instantanis, connectats entre les tres fases i neutre i que actuaran, en un temps inferior a 0,5 segons, a partir de que la tensió arribi al 85% del seu valor assignat.
- De sobretensió, connectat entre una fase i neutre, i l'actuació del quan ha de produir-se en un temps inferior a 0,5 segons, a partir de que la tensió arribi al 110% del seu valor assignat.
- De màxima i mínima freqüència, connectat entre fases, actuació del qual ha de produir-se quan la freqüència sigui inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durant més de 5 períodes.

Reconnexió automàtica després d'una pèrdua de xarxa
La reconnexió a la xarxa del generador es podrà produir únicament després de que la tensió i freqüència de la xarxa estiguin dins dels marges normals durant almenys 3 minuts.

Detecció de funcionament en illa
Els onduladors que incorporin sistemes de detecció de funcionament en illa compliran amb la Norma EN 62116.

Instal·lacions de posada a terra
Els sistemes de posada a terra de les centrals d'instal·lacions generadores hauran de tenir les condicions tècniques adequades per tal que no es produeixin transferències de defectes a la xarxa de distribució pública ni a les instal·lacions privades.

CARACTERÍSTIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

DISPOSITIUS GENERALS I INDIVIDUALS DE COMANDAMENT I PROTECCIÓ

Els dispositius individuals de comandament i protecció de cada un dels circuits, que són l'origen de la instal·lació interior, podran instal·lar-se en quadres separats i en altres llocs.

Les envoltant dels quadres s'ajustaran a les normes UNE 20.451 i UNE-EN 60.439-3, amb un grau de protecció mínim IP 30 segons UNE 20.324 i IK 07 segons UNE-EN 50.102. L'envoltant per l'interruptor de control de potència serà precintable i les seves mides estaran d'acord amb el tipus de subministrament i tarifa a aplicar. Les seves característiques i tipus correspondran a un model oficialment aprovat.

INSTAL·LACIONS INTERIORS

CARACTERÍSTIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ
Les característiques de la instal·lació seran les que determina la norma UNE 20.460-3, i en aquest cas, per tractar-se d'un local de pública concurrència, també es compliran les prescripcions que determina la ITC-BT 28.

CONDUCTORS I CAIGUDES DE TENSIÓ
Els conductors i cables que s'utilitzin en la instal·lació seran de coure i sempre aïllats. La tensió assignada no serà inferior a 450/750 V. La secció dels conductors es determinarà de forma que la caiguda de tensió entre l'origen de la instal·lació interior i qualsevol altre punt d'utilització sigui inferior al 3 % per l'enllumenat i al 5 % per la resta d'usos.

El valor de la caiguda de tensió podrà compensar-se entre la de la instal·lació interior (3-5 %) i la de la derivació individual (1,5 %) de tal manera que la caiguda de tensió total sigui inferior a la suma dels valors límits especificats per ambdues (4,5-6,5 % respectivament).

En les instal·lacions interiors, la secció del conductor neutre serà com a mínim igual a la de les fases. No s'utilitzarà un mateix conductor neutre per varis circuits.

INTENSITATS MÀXIMES ADMISSIBLES I CONDUCTORS DE PROTECCIÓ

Les intensitats màximes admissibles es regiran en la seva totalitat segons el què indica la norma UNE 20.460-5-523 i el seu annex Nacional.

Els conductors de protecció compliran amb la norma UNE 20.460-5-54, apartat 543. Tindran una secció mínima igual a la fixada a la taula 2 de la ITC-BT 19.

IDENTIFICACIÓ DELS CONDUCTORS

Els conductors de la instal·lació seran fàcilment identificables, especialment el conductor neutre i el conductor de protecció. Aquesta identificació es realitzarà pels colors que presentin els seus aïllaments:

- Quan existeixi conductor neutre a la instal·lació s'identificarà amb el color blau clar.
- El conductor de protecció s'identificarà amb el color verd-groc.
- Tots els conductors de fase s'identificaran amb els colors marró, negre o gris.

SUBDIVISIÓ DE LES INSTAL·LACIONS

Les instal·lacions es subdividiran de tal manera que les pertorbacions originades per avaries que es puguin produir en qualsevol punt, afectin solament a parts de la instal·lació. Per tant, els dispositius de protecció de cada circuit estaran adequadament coordinats i seran selectius amb els dispositius generals de protecció que els precedeixin.

Tota la instal·lació es dividirà en diferents circuits, en funció de les necessitats, a fi de:

- Evitar les interrupcions innecessàries de tot el circuit i limitar les conseqüències d'una fallada.
- Facilitar les verificacions, assaigs i manteniments.
- Evitar els riscos que es poden derivar de la fallada d'un sol circuit, que s'hauria pogut dividir.

EQUILIBRAT DE CÀRREGUES

Per tal de mantenir el major equilibri possible en la càrrega dels conductors que formen part de la instal·lació, es procurarà que les càrregues quedin repartides entre les seves fases o conductors polars.

RESISTÈNCIA D'AÏLLAMENT I RIGIDESA DIELÈCTRICA

Les instal·lacions han de presentar una resistència d'aïllament almenys igual als valors indicats a la taula 3 de la ITC-BT 19. La rigidesa dielèctrica serà tal que, desconnectats els aparells d'utilització (receptors), resisteixi durant 1 minut una prova de tensió de 2U + 1000 V a freqüència industrial, éssent U la tensió màxima de servei expressada en volts, i amb un mínim de 1500 V.

Les corrents de fuga no seran superiors, pel conjunt de la instal·lació o per cada un dels circuits en què aquesta es pugi dividir a efectes de la seva protecció, a la sensibilitat que presenten els interruptors diferencials instal·lats com a protecció contra els contactes indirectes.

CONNEXIONS

En cap cas es permetrà la unió de conductors mitjançant connexions i/o derivacions per simple recargolament entre sí dels conductors, si no que s'haurà de realitzar sempre utilitzant bornes de connexió muntats individualment o constituint blocs o regletes de connexió. Així mateix es pot permetre la utilització de brides de connexió. Sempre hauran de realitzar-se a l'interior de caixes de connexió o derivació.

SISTEMES D'INSTAL·LACIÓ

PRESCRIPCIONS GENERALS

Els sistemes d'instal·lació es regeixen per la ITC-BT 20, la qual indica que la selecció del tipus de canalització en cada instal·lació particular es realitzarà escollint, en funció de les influències externes, el que es consideri més adequat d'entre els descrits per conductors i cables en la norma UNE 20.460.5.52.

Varis circuits poden trobar-se en el mateix tub o en el mateix compartiment de canal, si tots els conductors estan aïllats per la tensió assignada més elevada.

En cas de proximitat de canalitzacions elèctriques amb altres no elèctriques, es disposaran de forma que entre les superfícies exteriors d'ambdues en mantingui una distància mínima de 3 cm. En cas de proximitat amb conductes de calefacció, d'aire calent, vapor o fum, les canalitzacions elèctriques s'establiran de manera que no puguin assolir una temperatura perillosa i, per conseqüent, es mantindran separades per una distància convenient o per mitjà de pantalles calorífugues.

Les canalitzacions elèctriques no es situaran per sota d'altres canalitzacions que puguin donar lloc a condensacions, tals com les destinades a conducció de vapor, d'aigua, de gas,... a menys que es prenguin les disposicions necessàries per tal de protegir les canalitzacions elèctriques contra els efectes d'aquestes condensacions.

Les canalitzacions hauran d'estar disposades de tal forma que facilitin la seva maniobra, inspecció i accés a les seves connexions. Les canalitzacions elèctriques s'establiran de manera que mitjançant la convenient identificació dels seus circuits i elements, es pugui procedir en tot moment a reparacions, transformacions,...

En tota la longitud dels passos de canalitzacions a través d'elements de la construcció tals com murs, sostres,... no es disposaran empalmes o derivacions de cables, estant protegits contra els deterioraments mecànics, les accions químiques i els efectes de la humitat.

Les cobertes, tapes o envoltants, polsadors de maniobra d'aparells tals com mecanismes, interruptors, bases, reguladores,... instal·lats en els locals humits o mullats, seran de material aïllant.

CONDUCTORS AÏLLATS SOTA TUBS PROTECTORS

Els cables utilitzats seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V.

El diàmetre exterior mínim dels tubs, en funció del nombre i la secció dels conductors a conduir, s'obtindrà de les taules indicades a la ITC-BT 21, així com les característiques mínimes segons el tipus d'instal·lació.

Per l'execució de les canalitzacions sota tubs protectors, es tindran en compte les condicions generals següents:

- El traçat de les canalitzacions es realitzarà seguint línies verticals i horitzontals o paral·leles a les arestes de les parets que limiten en local on s'efectua la instal·lació.
- Els tubs s'uniran entre sí mitjançant accessoris adequats a la seva classe que assegurin la continuïtat de la protecció que proporcionen als conductors.
- Els tubs aïllants rígids curvables en calent podran ser ensamblats entre sí en calent, recobrint l'empalme amb una cola especial quan es precisi una unió estanca.
- Les corbes practicades als tubs seran contínues i no originaran reduccions de secció inadmissibles. Els radis mínims de corbatura per cada classe de tub seran els especificats pel fabricant conforme a UNE-EN.
- Serà possible la fàcil introducció i retirada dels conductors als tubs després de col·locar-los i fixats aquests i els seus accessoris, disposant per a tal els registres que es considerin convenients, que en trams rectes no estaran separats entre sí més de 15 m.
- Els registres podran estar destinats únicament a facilitar la introducció i retirada dels conductors als tubs o servir al mateix temps com a caixes de connexió o derivació.
- Quan es precisi una estanqueïtat a les entrades dels tubs a les caixes de connexió, hauran d'utilitzar-se premsaestopes o ràcors adequats.
- En els tubs metàl·lics sense aïllament interior es tindrà en compte la possibilitat que es produeixin condensacions d'aigua al seu interior, així que s'haurà d'escollir convenientment el traçat de la seva instal·lació, prevenint l'evacuació i establint una ventilació apropiada a l'interior dels tubs mitjançant el sistema adequat, com pot ésser, per exemple, l'ús d'una "T" de la qual un dels seus braços no s'utilitza.

- Els tubs metàl·lics que siguin accessibles han de posar-se a terra. La seva continuïtat elèctrica ha de quedar convenientment assegurada. En el cas d'utilitzar tubs metàl·lics flexibles, és necessari que la distància entre dues posades a terra consecutives dels tubs no excedeixi de 10 m.

Quan els tubs s'instal·lin en muntatge superficial, es tindran en compte, a més a més, les següents prescripcions:

- Els tubs es fixaran a les parets o sostres per mitjà de brides o abraçaderes protegides contra la corrosió i sòlidament subjectes. La distància entre aquestes serà, com a màxim, de 50 cm. Es disposaran fixacions a una i altra part dels canvis de direcció, a les unions i a la proximitat immediata de les entrades a caixes o aparells.
- Els tubs es col·locaran adaptant-se a la superfície sobre la qual s'instal·len, corbant-se o emprant accessoris adequats.
- En trams rectes, les desviacions de l'eix del tub respecte la línia que uneix els punts extrems no seran superiors al 2 %.
- És convenient disposar els tubs, sempre que sigui possible, a una altura mínima de 2,5 m sobre el terra, amb l'objecte de protegir-los de possibles danys mecànics.

Quan els tubs es col·loquin empotrats, es tindran en compte, a més a més, les següents prescripcions:

- En la instal·lació dels tubs a l'interior dels elements de la construcció, els arrabassaments no posaran en perill la seguretat de les parets o sostres on es practiquin. Les dimensions dels arrabassaments seran suficients per tal que els tubs quedin recoberts per una capa d'un centímetre de gruix com a mínim. En els angles, el gruix pot reduir-se a 0,5 cm.
- No s'instal·laran entre forjat i revestiment tubs destinats a la instal·lació elèctrica de les plantes inferiors.
- Per la instal·lació corresponent a la pròpia planta, únicament podran instal·lar-se, entre forjat i revestiment, tubs que hauran de quedar recoberts per una capa de formigó o morter d'1 cm de gruix com a mínim, a més a més del revestiment.
- En els canvis de direcció, els tubs estaran convenientment corbats o previstos de colzes.
- Les tapes dels registres i de les caixes de connexió quedaran accessibles una vegada finalitzada l'obra. Els registres i caixes quedaran enrasats amb la superfície exterior del revestiment de la paret o sostre quan no s'instal·lin a l'interior d'un lloc tancat i practicable.
- En el cas d'utilitzar-se tubs empotrats a les parets, és convenient disposar els recorreguts horitzontals a 50 cm com a màxim del terra o sostres, i els verticals a una distància dels angles de les cantonades no superior a 20 cm.

CONDUCTORS AÏLLATS SOTA CANALS PROTECTORES

La canal protectora és un material d'instal·lació format per un perfil de parets perforades o no, destinat a allotjar conductors o cables, tancat per una capa desmuntable. Els cables utilitzats seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V.

Les canals protectores tindran un grau de protecció IP4X i estaran classificades com "canals amb tapa d'accés que només poden obrir-se amb eines". Al seu interior es podran col·locar mecanismes tals com interruptors, dispositius de comandament i control, etc, sempre que es fixin d'acord amb les instruccions del fabricant. També es podran realitzar unions o embrancaments de conductors al seu interior i connexions als mecanismes.

Les canals protectores per aplicacions no ordinàries hauran de tenir unes característiques mínimes de resistència a l'impacte, de temperatura mínima i màxima d'instal·lació i servei, de resistència a la penetració d'objectes sòlids i de resistència a la penetració d'aigua, adequades a les condicions de l'emplaçament que es destina. Així mateix, les canals seran no propagadores de la flama. Aquestes característiques seran conformes a les normes de la sèrie UNE-EN 50.085.

El traçat de les canalitzacions es farà seguint preferentment línies verticals i horitzontals o paral·leles a les arestes de les parets que limiten el local on s'efectua la instal·lació.

Les canals amb conductivitat elèctrica han de connectar-se a la xarxa de terra, quedant així assegurada la seva continuïtat elèctrica.

CONDUCTORS AÏLLATS EN SAFATA

Només s'utilitzaran conductors aïllats amb coberta (inclosos cables armats o amb aïllament mineral), unipolars o multipolars segons la norma UNE 20.460-5-52.

PROTECCIÓ CONTRA SOBREINTENSITATS

interrupció d'aquest circuit es realitzarà en un temps convenient o estarà dimensionat per les sobreintensitats previsibles.

Les sobreintensitats poden estar motivades per:

- Sobrecàrregues degudes als aparells d'utilització o defectes d'aïllaments de gran impedància.
- Curtcircuits.
- Descàrregues elèctriques atmosfèriques.

a) Protecció contra sobrecàrregues. El límit d'intensitat de corrent admissible en un conductor ha de quedar en qualsevol cas garantida pel dispositiu de protecció utilitzat. El dispositiu de protecció podrà estar constituït per un interruptor automàtic de tall omnipolar amb corba tèrmica de tall, o per fusibles cal·librats de característiques de funcionament adients.

b) Protecció contra curtcircuits. A l'origen de tot circuit s'establirà un dispositiu de protecció contra curtcircuits la capacitat de tall del qual estarà d'acord amb la intensitat de curtcircuit que pugui presentar-se al punt de la seva connexió. S'admet que quan es tracta de circuits derivats d'un principal, cada un d'aquests circuits derivats disposi de la seva protecció contra sobrecàrregues, mentre que un sol dispositiu general pugui assegurar la protecció contra curtcircuits per tots els circuits derivats. S'accepten com a dispositius de protecció contra curtcircuits els fusibles cal·librats de característiques de funcionament adequades i els interruptors automàtics amb sistema de tall omnipolar.

Per a la protecció contra sobreintensitats en instal·lacions domèstiques, comercials o assimilables únicament s'utilitzen interruptors automàtics (magnetotèrmics) ja que protegeixen simultàniament tant contra curtcircuits com contra sobrecàrregues.
Per a la protecció contra sobrecàrregues en instal·lacions industrials es pot utilitzar tant relés tèrmics o equivalents associats amb IA, com fusibles, encara que la protecció proporcionada pel IA amb relé tèrmic és més eficient que la proporcionada pel fusible.

Així es tindrà que de forma general, el poder de tall del dispositiu de protecció haurà de ser major o igual a la intensitat de curtcircuit màxima que pugui produir-se en el punt de la seva instal·lació i que correspon a un curtcircuit trifàsic, en el lloc de col·locació dels dispositius de protecció. Segons la ITC-BT17, ap. 1.3, el poder de tall del IGA serà de 4,5 kA com a mínim.

En particular, pels interruptors automàtics es complirà el següent:

$I_{cn} \geq I_{cc}$ màxima prevista en el punt d'instal·lació del IA
Poder de tall mínim del IGA de: $I_{cn\ IGA} \geq 4.500$ A

Tot i això s'accepta un poder de tall inferior al resultant de l'aplicació de la condició anterior si existeix un altre dispositiu amb el suficient PdC instal·lat aigües amunt. En aquest cas, les característiques d'ambdós dispositius jan de coordinar-se de forma que l'energia que deixen passar ambdós dispositius de protecció no excedeixi la que poden suportar, sense danyar-se, el dispositiu i el cablejat situat aigües avall del primer dispositiu.
A més a més, el temps de tall de tota corrent d'un curtcircuit que es produeixi en un punt qualsevol del circuit, no ha de ser superior al temps que els conductors tarden en assolir la seva temperatura límit admissible. Pels circuits d'una duració no superior a 5s, el temps màxim de duració del curtcircuit, durant el que s'eleva la temperatura dels conductors des del seu valor màxim admissible en funcionament normal fins a la temperatura admissible de curta duració, es pot calcular mitjançant la següent expressió i haurà de ser verificada tant per la $I_{cc,max}$ com per la $I_{cc,min}$:

$$\frac{Icc}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_f}}$$

Tot i això, per una major seguretat i com a mesura addicional de protecció contra el risc d'incendi, aquesta condició es pot transformar, en el cas d'instal·lar un IA, en la condició següent, que resulta més fàcil d'aplicar i és generalment més restrictiva:

$I_{cc,min} > I_m$

On:

$I_{cc,min}$ Corrent de curtcircuit mínima que es calcula a l'extrem del circuit protegit pel IA, corresponent per un sistema TT a un curtcircuit fase-neutre.

I_m Corrent mínima que assegura el dispar magnètic, normalment corba C ($I_m=10I_n$)

Les característiques de funcionament d'un dispositiu que protegeix un cable o conductor contra sobrecàrregues han de satisfer les dues condicions següents:

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$
2) $I_2 \leq 1{,}45\ I_z$

On:

I_B Corrent per la qual s'ha dissenyat el circuit segons la previsió de càrregues

I_z Corrent admissible del cable en funció del sistema d'instal·lació utilitzat

I_n Corrent assignada del dispositiu de protecció (pels dispositius de protecció regulables, I_n és la intensitat de regulació seleccionada.

I_2 Corrent que assegura l'actuació del dispositiu de protecció per un temps llarg (t_c temps convencional segons normal).

En IA per instal·lacions domèstiques i anàlogues (comercials, pública concurrència), utilitzant IA modulars o magnetotèrmics es defineixen 3 classes de dispar magnètic (I_m) segons el múltiple del corrent assignat (I_n), els valors normalitzats dels quals són:

Corba B	I_m	(3~5) I_n
Corba C	I_m	(5~10) I_n
Corba D	I_m	(10~20) I_n

La norma UNE 20.460-4-43 recull tots els aspectes precisats pels dispositius de protecció. La norma UNE 20.460-4-473 defineix l'aplicació de les mesures de protecció exposades a la norma UNE 20.460-4-43 segons sigui per causa de sobrecàrregues o curtcircuit, senyalant en cada cas el seu emplaçament o omissió.

PROTECCIÓ CONTRA SOBRETENSIONS

La ITC-BT-23 tracta la protecció de les instal·lacions elèctriques interiors contra les sobretensions transitòries que es transmeten per les xarxes de distribució i que s'originen, fonamentalment, com a conseqüència de les descàrregues atmosfèriques, commutacions de xarxes i defectes de les mateixes.

El nivell de sobretensió que pot aparèixer en la xarxa és funció del nivell isoceraünic estimat, tipus d'escomesa aèria o subterrània, proximitat del transformador de MT/BT, etc. la incidència que la sobretensió pot tenir en la seguretat de les persones, instal·lacions i equips, així com la seva repercussió en la continuïtat de servei és funció de:

- La coordinació de l'aïllament dels equips.
- Les característiques dels dispositius de protecció contra sobretensions, la seva instal·lació i la seva ubicació.
- L'existència d'una adequada xarxa de terres.
-

Aquesta instrucció conté les indicacions a considerar per quan la protecció contra sobretensions està prescrita o recomanada en les línies d'alimentació principal 230/400 V en corrent AC.

En general les sobretensions originades per maniobres en les xarxes són inferiors, en valor de cresta, a les atmosfèriques i per a això generalment, els requisits de protecció contra sobretensions atmosfèriques garanteixen la protecció contra sobretensions de maniobra.

La instrucció ITC-BT-23 no tracta la protecció contra sobretensions temporals, també denominades permanents o a freqüència industrial, per exemple, degudes a la ruptura o desconnexió del neutre.

CATEGORIES DE LES SOBRETENSIONS

Les categories indiquen els valors de tensió suportada a l'ona de xoc de sobretensió que han de tenir els equips, determinant, a la seva vegada, el valor màxim de tensió residual que han de permetre els diferents dispositius de protecció de cada zona per tal d'evitar el possible dany dels equips.

Es distingeixen 4 categories diferents, indicant a cada nivell de tensió suportada a impulsos, en kV, segons la tensió nominal de la instal·lació.

Tensió nominal de la instal·lació [V]		**Tensió suportada a impulsos 1,2/50 [kV]**			
Sistemes III	Sistemes II	Categoria IV	Categoria III	Categoria II	Categoria I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	-	8	6	4	2,5
1000	-				

Categoria I
S'aplica als equips molt sensibles a les sobretensions i que estan destinats a ser connectats a la instal·lació elèctrica fixa (ordinadors, equips electrònics molt sensibles,...). En aquest cas, les mesures de protecció es prenen fora dels equips a protegir, ja sigui a la instal·lació fixa o entre aquesta i els equips, amb l'objecte de limitar les sobretensions a un nivell específic.

Categoria II
S'aplica als equips destinats a connectar-se a una instal·lació elèctrica fixa (electrodomèstics, eines portàtils i altres equips similars).

Categoria III
S'aplica als equips i materials que formen part de la instal·lació elèctrica fixa i a altres equips pels quals es precisa un alt nivell de fiabilitat (armaris de distribució, embarrats, aparamenta: interruptors, seccionadors, preses de corrent, etc, canalitzacions i els seus accessoris: cables, caixa de derivació, etc, motors amb connexió elèctrica fixa: ascensors, màquines industrials,etc.

Categoria IV
S'aplica als equips i materials que es connectin a l'origen o molt pròxims a l'origen de la instal·lació, aigües amunt del quadre de distribució (comptadors d'energia, aparells de telemesura, equips principals de protecció contra sobreintensitats, etc).

MESURES PEL CONTROL DE LES SOBRETENSIONS

És precís distingir dos tipus de sobretensions:

a) Les produïdes com a conseqüència de la descàrrega directa del raig. Aquesta instrucció no es tracta en aquest cas i queda subjecta a l'aplicació del CTE DB SUA-8 *Seguretat enfront al risc causat per l'acció del llamp* i *annex B característiques de les instal·lacions contra el llamp*. Tot i això sí que es consideren els sistemes interns mitjançant dispositius de protecció contra sobretensions transitòries que redueixen els efectes elèctrics i magnètics del corrent de la descàrrega atmosfèrica dins de l'espai a protegir.

b) Les degudes a la influència de la descàrrega llunyana del llamp, commutacions de la xarxa, defectes de xarxa, efectes inductius, capacitius, etc.

Es poden presentar dues situacions diferents:

- *Situació natural:* quan no és precís la protecció contra les sobretensions transitòries, doncs es preveu un baix risc de sobretensions a la instal·lació (degut a que està alimentada per una xarxa subterrània a la seva totalitat). En aquest cas es considera suficient la resistència a les sobretensions dels equips indicada a la taula de categories, i no es precisa cap protecció complementària contra les sobretensions transitòries.

- *Situació controlada:* quan és precís la protecció contra sobretensions transitòries a l'origen de la instal·lació, doncs aquesta s'alimenta per (o inclou) una línia aèria amb conductors nus o aïllats.

També es considera situació controlada aquella situació natural en la qual és convenient incloure dispositius de protecció per una major seguretat (continuïtat de servei, valor econòmic dels equips, etc). Els dispositius de protecció

contra sobretensions d'origen atmosfèric han de seleccionar-se de forma que el seu nivell de protecció sigui inferior a la tensió suportada a impuls de la categoria dels equips i materials que es preveu que s'hagin d'instal·lar.

Els descarregadors es connectaran entre cada un dels conductors, incloent el neutre o compensador i la terra de la instal·lació.

SELECCIÓ DELS MATERIALS A LA INSTAL·LACIÓ

Els equips i materials han d'escollir-se de manera que la seva tensió suportada a impulsos no sigui inferior a la tensió suportada prescrita a la taula anterior, segons la seva categoria.

Els equips i materials que tinguin una tensió suportada a impulsos inferior a la indicada a la taula, es poden utilitzar, no obstant:

- en situació natural, quan el risc sigui acceptable.
- en situació controlada, si la protecció contra les sobretensions és adequada.

A més a més és recomanable tenir en compte el cost i sensibilitat dels equips ja que quant més sensible sigui un aparell i major cost tingui, major protecció hauria de rebre. Aquesta és el cas dels equips informàtics e general, pantalles de plasma o LED, electrodomèstics d'última generació, autòmates, equips electrònics, etc. Per aquests casos la disposició de proteccions es realitzarà conforme a l'establert *al capítol A de la Guia Tècnica d'Aplicació* amb dispositius de protecció contra sobretensions transitòries de tipus 3.

Per instal·lacions especialment exposades com les exteriors (per exemple enllumenat exterior, fotovoltaiques), la integració d'un major nombre d'equips i elements electrònics precisen de la utilització de dispositius de protecció contra sobretensions transitòries. Per aquests casos la disposició de proteccions es realitzarà conforme l'establert en al *capítol A de la Guia Tècnica d'Aplicació* amb dispositius de protecció contra sobretensions transitòries de tipus 2. Les recomanacions específiques per la protecció contra sobretensions d'instal·lacions fotovoltaiques es proporcionen a la Guia BT 40.

En un sistema TT el dispositiu de protecció contra sobretensions transitòries podrà instal·lar-se tant aigües amunt (entre el IGA i el propi diferencial) com aigües avall del ID (havent de ser en aquest cas selectiu de tipus S (o retardat). Per instal·lacions en habitatges o similars amb un únic diferencial, amb el fi d'evitar dispars intempestius del ID en cas d'actuació del dispositiu de protecció contra sobretensions transitòries, aquest s'instal·larà aigües amunt de l'ID (entre el IGA i el propi ID).

Amb el fi d'optimitzar la continuïtat de servei en cas de destrucció del dispositiu de protecció contra sobretensions transitòries a causa d'una descàrrega d'un llamp superior a la màxima prevista, quan el dispositiu de protecció contra sobretensions transitòries no porti incorporada la seva pròpia protecció, s'ha d'instal·lar el dispositiu de protecció recomanat pel fabricant, aigües amunt del dispositiu de protecció contra sobretensions transitòries, amb objecte de mantenir la continuïtat de tot el sistema, evitant el dispar de l'IGA.

Davant d'aquesta necessitat d'instal·lar varis dispositius de protecció contra sobretensions transitòries en cascada (per exemple un general o de capçalera i altres en determinats circuits de sortida) s'haurà de consultar la informació d'utilització facilitada pel fabricant per aconseguir l'adequada coordinació. En instal·lacions de grans longituds i que disposin o permetin la instal·lació de quadres secundaris, és convenient la instal·lació de dispositius de protecció contra sobretensions transitòries de *tipus 2* addicionals cada 10 m aproximadament, segons estableix la UNE-CLC TS 61643-12.

A les taules A i B es resumeixen les situacions en les quals és obligatori i/o recomanable respectivament l'ús de dispositius de protecció contra sobretensions transitòries. Quan una instal·lació pugui estar considerada en ambdues taules, s'aplicarà la taula A:

Situacions	**Exemples**	**Requisits**
Línia d'alimentació de baixa tensió totalment o parcialment aèria o quan la instal·lació inclou línies aèries	Totes les instal·lacions, ja siguin industrials, terciàries, habitatges, etc.	Obligatori
Risc de fallada afectant la vida humana	Els serveis de seguretat, centres d'emergències, equip mèdic en hospitals	Obligatori
Risc de fallada afectant la vida dels animals	Les explotacions de granges, piscifactories	Obligatori

Risc de fallada afectant els serveis públics	La pèrdua de serveis pel públic, centres informàtics, sistemes de telecomunicacions	Obligatori
Risc de fallada afectant activitats agrícoles o industrials no interrumpibles	Indústries amb forns o en general processos industrials continus no interrumpibles	Obligatori
Risc de fallada afectant les instal·lacions i equips dels locals de pública concurrència que tinguin serveis de seguretat no autònoms	Sistemes d'enllumenat d'emergència no autònoms, ascensors, sistemes d'extracció d'aire, etc.	Obligatori
Instal·lacions en edificis amb sistemes de protecció externa contra sobrecàrregues atmosfèriques tals com: parallamps, puntes Franlin, gàbies de Faraday	Totes les instal·lacions, ja siguin industrials, terciàries, habitatges, etc.	Obligatori segons CTESUA secció 8 annex B
Les instal·lacions per la recàrrega de vehicles elèctrics cobertes per la ITC-BT-52	Instal·lacions per la recàrrega de vehicles elèctrics	Obligatori

Taula A. Situacions en les quals és obligatori l'ús de dispositius de protecció contra sobretensions transitòries, sigui quin sigui el sistema d'alimentació

Situacions	**Exemples**	**Requisits**
Instal·lacions en edificis amb sistemes de protecció externa contra sobrecàrregues atmosfèriques tals com: parallamps, puntes Franlin, gàbies de Faraday instal·lats en un radi menor de 50 m de l'edifici	Totes les instal·lacions, ja siguin industrials, terciàries, habitatges, etc.	Recomanat
Habitatges (quan no sigui obligatòria segons els casos anteriors)	Amb sistemes domòtics (ITC.BT-51) Amb sistemes de comunicació a la coberta	Recomanat
Instal·lacions en zones amb més de 20 dies de tempesta anual	Totes les instal·lacions, ja siguin industrials, terciàries, habitatges, etc.	Recomanat
Equips especialment sensibles i costosos	Pantalles de plasma o LED, ordinadors, electrodomèstics	Recomanat
Risc de fallada afectant les instal·lacions i equips dels locals de pública concurrència que no siguin serveis de seguretat	Locals inclosos a la ITC-BT-28	Recomanat
Activitats industrials i comercials no incloses a la taula A		Recomanat
Instal·lacions especialment exposades com les exteriors	Fotovoltaiques	Recomanat

Taula B. Situacions en les quals és recomanable l'ús de dispositius de protecció contra sobretensions transitòries

SELECCIÓ DEL TIPUS DELS DISPOSITIUS DE PROTECCIÓ COTNRA SOBRETENSIONS TRANSITÒRIES A INSTAL·LAR

Els dispositius de protecció contra sobretensions transitòries són dispositius capaços de garantir la protecció contra sobretensions d'origen atmosfèric, deguts a commutacions, etc. que es produeixen a la instal·lació. Aquests dispositius poden ser decarregadors a gas, varistors d'òxid de zinc, díodes supressors, descarregadors d'arc, combinacions dels anteriors, etc.

Es considera que compleixen les prescripcions d'aquesta instrucció els dispositius de característiques equivalents als establerts en la sèrie de normes UNE-EN 61643. Segons la norma UNE-EN 61643-11 existeixen 3 tipus de protectors de sobretensions transitòria denominats: *tipus 1, tipus 2 i tipus 3*.

Els paràmetres més significatius per a cada un d'aquests tipus són:

	Tipus 1	**Tipus 2**	**Tipus 3**
Capacitat d'absorció d'energia	Molta alta – Alta	Mitja - Alta	Baixa
Rapidesa de resposta	Baixa – Mitja	Mitja - Alta	Molt alta
Origen de sobretensió	Impacte directe del llamp	Sobretensions d'origen atmosfèric i commutacions, conduïdes o induïdes	

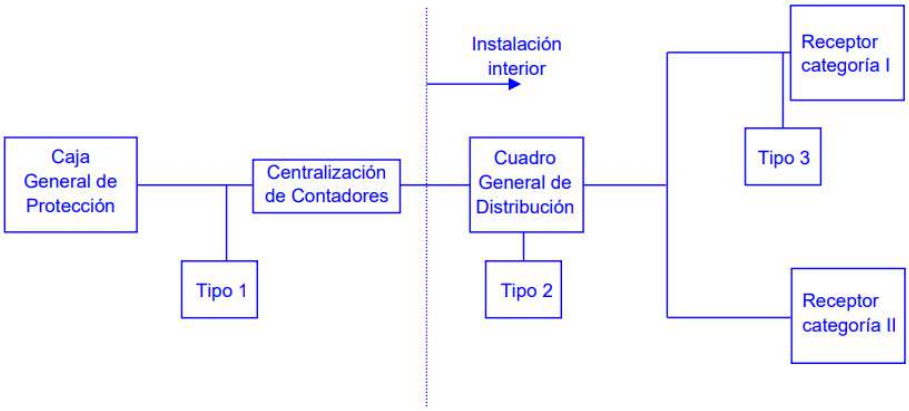
L'objecte a aconseguir és que l'actuació del dispositiu de protecció redueixi la sobretensió transitòria a un valor de tensió inferior a la suportada per l'equip protegit (d'acord amb la seva categoria de sobretensió segons es defineix a la taula 1). Per assolir aquest objectiu pot ser necessari utilitzar més d'un dispositiu de protecció.

En general es pot aconseguir la protecció de la instal·lació mitjançant un dispositiu *tipus 2*, instal·lat el més proper de l'origen de la instal·lació interior, en el quadre de distribució principal.

En funció del dispositiu instal·lat en capçalera i de les distàncies entre aquest i els equips a protegir, pot ser necessari instal·lar dispositius de protecció addicionals per protegir equips sensibles. Aquests podran ser de tipus 2 o tipus 3.

Quan l'edifici disposi d'un sistema de protecció externa contra el llamp a més a més serà necessari instal·lar en origen de la instal·lació (abans dels comptadors) un dispositiu de protecció de *tipus 1*.

Per garantir la coordinació adequada entre dispositius es seguiran les recomanacions del fabricant.



SELECCIÓ DE LES CARACTERÍSTIQUES I TIPUS DE CONNEXIÓ DEL DISPOSITIU DE PROTECCIÓ CONTRA SOBRETENSIONS TRANSITÒRIES

Per a la correcta selecció dels dispositius de protecció contra sobretensions transitòries és necessari consultar al fabricant, ja que s'han de tenir en compte varis factors com:

- Nivell de protecció o tensió limitada, en funció de la categoria dels equips a protegir.
- Tensió màxima de servei permanent.
- Intensitat nominal de descàrrega i intensitat màxima de descàrrega, en funció de les intensitats de descàrrega previstes.
- Tipus de connexió (règim de neutre, tipus de xarxa, etc.)

Nivell de protecció (U_p): és el paràmetre que caracteritza el funcionament del dispositiu de protecció contra sobretensions transitòries per limitació de la tensió entre els seus borns. Ha de ser inferior a la categoria de sobretensió de la instal·lació o equip a protegir. Per exemple, en una instal·lació en la qual els equips més sensibles corresponguin a la categoria de sobretensió II, com electrodomèstics o eines portàtils, la U_p del protector seleccionat hauria de ser ≤ 2,5 kV.

Tensió màxima de servei permanent (U_c): és el valor eficaç de tensió màxima que pot aplicar-se permanentment als borns del dispositiu de protecció. Per exemple, en una xarxa de distribució TT 230/400V, la tensió màxima permanent es considerarà un 10% superior al valor nominal (230x1,1=253V). Per tant, la tensió màxima de servei permanent U_c del protector seleccionat ha de ser superior a 253V.

Corrent nominal de descàrrega (I_n): aquest paràmetre caracteritza als dispositius de protecció contra sobretensions transitòries de *tipus 2*. És el corrent de cresta repetitiva que pot suportar el dispositiu de protecció sense fallada. La forma d'ona del corrent aplicat està normalitzada com 8/20 ηs. L'elecció del dispositiu es pot realitzar segons l'establert a la UNE-HD 60364-5-534 on la I_n no ha de ser inferior a 5 kA entre fase i neutre.

Corrent d'impuls (I_{imp}): aquest paràmetre caracteritza als dispositius de protecció contra sobretensions transitòries de *tipus 1*. És el corrent de cresta que pot suportar el dispositiu de protecció sense fallada. Habitualment s'utilitza la forma d'ona del corrent aplicat normalitzat com 10/350 ηs. L'elecció del dispositiu es pot realitzar segons l'establert a la UNE-HD 60364-5-534 on la I_{imp} no ha de ser inferior a 12,5 kA.

CONEXIÓ A TERRA DELS DISPOSITIUS DE PROTECCIÓ CONTRA SOBRETENSIONS TRANSITÒRIES

Per al correcta funcionament dels dispositius de protecció serà necessari que el conductor que uneix el dispositiu amb la instal·lació de terra de l'edifici tingui una secció mínima de coure, en tota la seva longitud, segons la següent taula:

Tipus de dispositiu	Secció mínima del conductor [mm^2]	Connexió entre el dispositiu i
Tipus 1	16	El born principal de terra o punt de posada a terra de l'edifici
Tipus 2	4	El born d'entrada de terra de la instal·lació interior
Tipus 3	2,5	Un born de terra de la instal·lació interior

Tipus 1: assajats amb un impuls d'ona 10/350 µs (assaig classe I) que simula el corrent que es produeix en cas d'un impacte directe d'un llamp. Capacitat de derivar a terra corrents molt elevades, oferint un nivell de protecció Up alt. Han d'anar acompanyats de protectors *tipus 2*.

Tipus 2: assajats amb un impuls en ona de 8/20 µs (assaig classe II) que simula el corrent que es produeix en cas d'una commutació o un impacte d'un llamp sobre la línia de distribució o en les seves proximitats. Capacitat de derivar a terra corrents elevades, oferint un nivell de protecció Up mig.

PROTECCIÓ CONTRA CONTACTES DIRECTES I INDIRECTES

La Guia Tècnica d'Aplicació del REBT Guia-BT-24 en l'edició actualitzada del juny de 2019 contempla l'actualització de la publicació de la norma UNE-HD 60364-4-41 que substitueix a la UNE 20.460-4-41, utilitzada com a referència per la ITC-BT-24. La norma UNE-HD 60364-4-41 defineix i enumera les mesures de protecció enfront als riscs associats als contactes directes i indirectes en les instal·lacions elèctriques.

En aquesta norma, els conceptes de "protecció contra els contactes directes" i "protecció contra els contactes indirectes" han passat a denominar-se "protecció principal" i "protecció en cas de defecte", respectivament.

La regla fonamental per la protecció contra el xoc elèctric, tal i com defineix la UNE-EN 61140 és que les parts actives perilloses no han de ser accessibles i que les parts conductores accessibles no han de ser perilloses, ni en condicions normals ni en condicions de defecte simple. La protecció en condicions normals la proporcionen les disposicions per la protecció contra els contactes directes (o de protecció principal) i la protecció en cas de defecte simple la proporcionen les disposicions per la protecció contra els contactes indirectes (o de protecció en cas de defecte). A més a més, i amb caràcter alternatiu, la protecció contra els xocs elèctrics es pot aconseguir simultàniament contra els contactes directes i indirectes, mitjançant una disposició de protecció reforçada que garanteixi la protecció en condicions normals i en condicions de defecte simple.

PROTECCIÓ CONTRA CONTACTES DIRECTES

<u>Protecció per aïllament de les parts actives</u>
Les parts actives han d'estar recobertes d'un aïllament que no pugui ser eliminat més que destruint-lo.

<u>Protecció per mitjà de barreres o envoltants</u>
Les parts actives han d'estar situades a l'interior de les envoltants o darrera de barreres que posseeixin, com a mínim, el grau de protecció IP XXB, segons UNE 20.324. Si es necessiten obertures majors per la reparació de peces o per al bon funcionament dels equips, s'adoptaran precaucions apropiades per tal d'impedir que les persones o animals domèstics toquin les parts actives i es garantirà que les persones siguin conscients del fet que les parts actives no han de ser tocades voluntàriament.

Una envolvent o barrera que proporcioni almenys un grau de protecció IP 2X proporcionarà sempre un grau de protecció IP XXB.

Les superfícies superiors de les barreres o envoltants horitzontals que són fàcilment accessibles, han de respondre com a mínim al grau de protecció IP4X o IP XXD.

Les barreres o envoltants han de fixar-se de manera segura i ser d'una robustesa i durabilitat suficients per tal de mantenir els graus de protecció exigits, amb una separació suficient de les parts actives en les condicions normals de servei, tenint en compte les influències externes.

Quan sigui necessari suprimir barreres, obrir les envoltants o treure parts d'aquestes, això no ha de ser possible més que:

- amb l'ajuda d'una clau o d'una eina.
- després de treure la tensió de les parts actives protegides per aquestes barreres o envoltants, no podent ésser restablerta la tensió fins després de tornar a col·locar les barreres o les envoltants.
- Si hi ha interposada una segona barrera que posseeixi com a mínim el grau de protecció IP2X o IP XXB, que no pugui ser treta més que amb l'ajuda d'una clau o d'una eina i que impedeixi tot contacte amb les parts actives.

Quan per suprimir les barreres, obrir les envolvents o treure parts d'aquestes sigui necessari l'ús d'una clau o eina, aquesta clau només estarà a l'abast de persones qualificades que garantiran que les barreres o les envolvents queden tancades quan es finalitzi la intervenció.

Producte	**Norma d'aplicació**
Caixes i envolvents de conjunts d'aparamenta de baixa tensió	UNE-EN 61439 (sèrie)
Caixes i envolvents per accessoris elèctrics en instal·lacions elèctriques fixes per ús domèstic i similars	UNE-EN 60670 (sèrie)
Envolvents buides destinades als conjunts d'aparamenta	UNE-EN 62208

Protecció per mitjà d'obstacles

Aquesta mesura no garanteix una protecció completa i la seva aplicació es limita, a la pràctica, als locals de servei elèctric només accessibles al personal autoritzat. Els obstacles destinats a evitar els contactes fortuïts amb les parts actives, però no els contactes voluntaris per una temptativa deliberada de salvar l'obstacle. Aquesta han d'evitar:

- Un apropament físic no intencionat a les parts actives.
- Els contactes no intencionats amb les parts actives en el cas d'intervencions en equips en tensió durant el seu servei.

Els obstacles poden ser desmuntables sense l'ajuda d'una eina o d'una clau. No obstant, han d'estar fixats de manera que s'eviti tot desmuntatge involuntari.

Protecció per posada fora de l'abast per allunyament

Aquesta mesura no garanteix una protecció completa i la seva aplicació es limita, a la pràctica, als locals de servei elèctric només accessibles al personal autoritzat.

Protecció complementària per dispositius de corrent diferencial-residual

Aquesta mesura de protecció està destinada a complementar les altres mesures de protecció contra els contactes directes.

L'ús de dispositius de corrent diferencial-residual (de valor de corrent diferencial assignada de funcionament sigui inferior o igual a 30 mA) es reconeix com a mesura de protecció complementària en cas de fallada d'una altra mesura de protecció contra els contactes directes o en cas d'imprudència dels usuaris.

PROTECCIÓ CONTRA CONTACTES INDIRECTES

Aquesta protecció s'aconseguirà mitjançant l'aplicació d'alguna de les mesures següents:

a) Protecció per tall automàtic de l'alimentació

Aquesta mesura consisteix en evitar després de l'aparició d'una fallada, que una tensió de contacte de valor suficient es mantingui durant un temps tal que pugui donar com a resultat un risc. Ha d'existir una adequada coordinació entre

l'esquema de connexions a terra de la instal·lació utilitzat entre els descrits a la ITC-BT-08 i les característiques dels dispositius de protecció.

D'acord amb la norma UNE-HD 60364-4-41 la protecció complementària mitjançant interruptors diferencials amb corrent diferencial assignada de funcionament inferior o igual a 30 mA també poden complementar a la protecció contra els contactes indirectes.

El tall automàtic de l'alimentació està prescrit quan pugui produir-se un efecte perillós en les persones o animals domèstics en cas de defecte, degut al valor i duració de la tensió de contacte. S'utilitzarà com referència l'indicat en l'especificació tècnica UNE-IEC/TS 60479-1 (substitueix a la norma 20.572-1).

A més a més de la prescripció general anterior, altres ITC-BT de caràcter particular inclouen requisits addicionals i/o complementaris per caracteritzar aquesta protecció, tals com la ITC-BT-25, ITC-BT-26, ITC-BT-34, ITC-BT-38, etc.

Per protegir contra els contactes indirectes mitjançant el tall automàtic de l'alimentació és necessari que es respectin les dues condicions següents:

- Es produeixi el denominat "bucle de defecte" que permeti la circulació del corrent de defecte. La constitució d'aquest bucle de defecte depèn de l'esquema de connexió de la instal·lació (TN, TT o IT – *Segons la ITC-BT-08 les xarxes de distribució de les empreses subministradores que alimenten als usuaris en BT han de correspondre a l'esquema TT*). Aquesta condició implica la instal·lació dels corresponents conductors de protecció que uneixin les masses de tots els equips elèctrics amb la seva respectiva posada a terra segons l'esquema de connexió a terra de la instal·lació. Les característiques generals dels conductors de protecció es defineixen a les ITC-BT-18 i 19.
- D'acord amb l'esquema de connexió a terra de la instal·lació que s'hagi escollit el dispositiu de protecció adequat que desconnecti el corrent de defecte en un temps adequat d'acord amb l'indicat en els apartats 4.1.1 a 4.1.3 de la ITC-BT-24.

La tensió límit convencional és igual a 50 V, valor eficaç en corrent alterna, en condicions normals. En algunes condicions poden especificar-se valors menys elevats, com per exemple 24 V per instal·lacions d'enllumenat públic, locals humits, mullats, instal·lacions a la intempèrie i instal·lacions temporals.

Esquemes TT. Característiques i prescripcions dels dispositius de protecció

Totes les masses dels equips elèctrics protegits per un mateix dispositiu de protecció, hauran de ser interconnectades i unides per un conductor de protecció a una mateixa presa de terra. El punt neutre de cada generador o transformador ha de posar-se a terra.

Es complirà la següent condició:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

on:

- R_a és la suma de les resistències de la presa de terra i dels conductors de protecció de masses.
- I_a és la corrent que assegura el funcionament automàtic del dispositiu de protecció. Quan el dispositiu de protecció és un dispositiu de corrent diferencial-residual és la corrent diferencial-residual assignada.
- U és la tensió de contacte límit convencional (50 o 24 V).

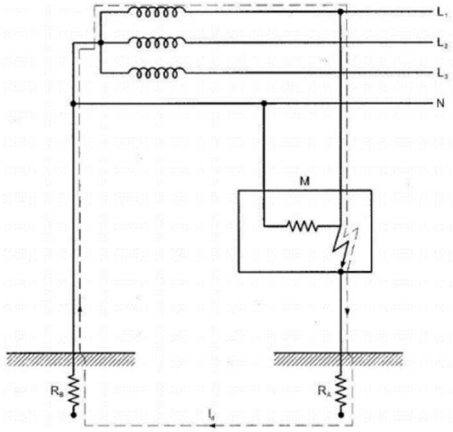
A més a més, i segons la norma UNE-HD 60364-4-41 la desconnexió de l'alimentació ha de produir-se en els temps màxims indicats a la *taula A* en cas de circuits finals que tinguin un corrent assignat que no superi els 63A amb una o més preses de corrent i 32A alimentant només a receptors connectats de forma fixa:

U_0 [V]	Temps màxims de desconnexió [s]
230	0,2
400	0,07
>400	0,04

En les normes de producte per interruptors diferencials s'estableixen els temps de tall màxims següents per diferencials de tipus general:

	$I_{\Delta N}$	$2I_{\Delta N}$	$5I_{\Delta N}$
Temps màxim de tall [s]	0,3	0,15	0,04

En la pràctica els defectes d'aïllament generalment són de baixa impedància, fet pel qual el corrent originat és de l'ordre de $5I_{\Delta N}$ o major. Per tant, amb l'ús d'interruptors diferencials normalitzats es compleix amb el requisit que la norma d'instal·lacions fixa pel temps màxim de desconnexió. D'aquesta forma es determina el valor màxim de resistència de la presa de terra de les masses en funció de les característiques dels dispositius de protecció.
Amb mires a la selectivitat poden instal·lar-se dispositius de corrent diferencial-residual temporitzada (per exemple del tipus "S") en sèrie amb dispositius de protecció diferencial-residual de tipus general, amb un temps de funcionament com màxim igual a 1s.



b) Protecció per utilització d'equips de classe II o per aïllament equivalent

S'assegura aquesta protecció per:

- Utilització d'equips amb un aïllament doble o reforçat (classe II)
- Conjunt d'aparamenta construïts en fàbrica i que posseeixin aïllament equivalent (doble o reforçat)
- Aïllaments suplementaris muntats en el curs de la instal·lació elèctrica i que aïllin equips elèctrics que posseeixin únicament un aïllament principal.
- Aïllaments reforçats muntats en el curs de la instal·lació elèctrica i que aïllin les parts actives descobertes, quan per construcció no sigui possible la utilització d'un doble aïllament.

Identificació	**Símbol**
equips de *classe II*	
Que l'equip no s'ha de connectar a terra	

En l'apartat 412 de la norma UNE-HD 60364-4-41 es desenvolupen els requisits i solucions per protegir a la vegada contra els contactes directes i indirectes utilitzant la mesura de protecció per aïllament doble o reforçat.

D'acord amb el citat apartat 412 es considera que les canalitzacions instal·lades d'acord amb la ITC-BT-20 i 21 compleixen amb els requisits d'aïllament doble o reforçat si són conformes a una de les condicions següents:

a) S'utilitzin conductors que tinguin un aïllament de tensió assignada no inferior a la tensió nominal del sistema i com a mínim 300/500 V, instal·lats a l'interior de canals o conductes tancats de secció no circular amb característiques d'aïllament elèctric que compleixin amb la sèrie de normes UNE-EN 50085 (que en el futur canviarà la seva numeració per la nova sèrie de normes UNE-EN 61084) de tubs amb característiques d'aïllament elèctric que compleixin amb la sèrie de Normes UNE-EN 61386.
b) S'utilitzin cables adequats per resistir els esforços elèctrics, tèrmics i mecànics i ambientals amb la mateixa fiabilitat de protecció que la proporcionada per un doble aïllament.

Per exemple, la norma UNE-EN 50618 “Cables elèctrics per sistemes fotovoltaics” indica que aquests cables són adequats per ser utilitzats en instal·lacions i equips de classe II, encara que els cables no es classifiquin com a tals.

c) Proteccions en els locals o emplaçaments no conductors

En l’apartat C.1 de l’Annex C de la norma UNE-HD 60364-4-41 es desenvolupen els requisits i solucions per protecció contra els contactes indirectes utilitzant la mesura de protecció per emplaçament no conductor. La norma UNE-HD 60364-4-41 contempla l’ús d’aquesta mesura de protecció únicament quan la instal·lació es trobi controlada o supervisada per persones qualificades o advertides.

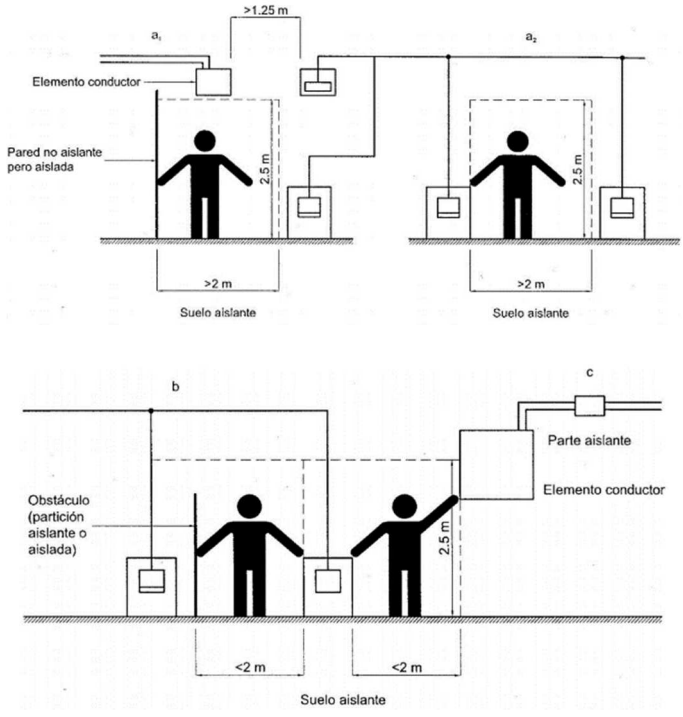
Aquesta mesura de protecció està destinada a evitar en cas de fallada de l’aïllament principal de les parts actives, el contacte simultani amb parts que puguin estar exposades a tensions diferents. S’admet la utilització de materials de la classe 0 a condició que es respecti el conjunt de les condicions següents:

Les masses han d’estar disposades de manera que, en condicions normals, les persones no facin contacte simultani: bé amb dues masses, bé amb una massa i qualsevol element conductor, si aquests elements poguessin trobar-se a tensions diferents en cas d’una fallada de l’aïllament principal de les parts actives. En aquests locals o emplaçaments no cal que hi hagi previst cap conductor de protecció.

Les prescripcions de l’apartat anterior es consideren satisfetes si l’emplaçament posseeix parets aïllants i es compleixen una o vàries de les condicions següents:

a) Allunyament respectiu de les masses i dels elements conductors, així com de les masses entre sí. Aquest allunyament es considera suficient si la distància entre dos elements és de 2 m com a mínim, podent ser reduïda a 1,25 m per fora del volum d’accessibilitat.
b) Interposició d’obstacles eficaços entre les masses o entre les masses i els elements conductors. Aquests obstacles són considerats com suficientment eficaços si deixen una distància a franquejar en els valors indicats al punt *a)*. No han de connectar-se ni a terra nia les masses i, en la mesura del possible, han de ser de material aïllant.
c) Aïllament o disposició aïllada dels elements conductors. L’aïllament ha de tenir una rigidesa mecànica suficient i poder suportar una tensió d’assaig d’un mínim de 2.000 V. El corrent de fuga no ha de ser superior a 1 mA en les condicions normals d’utilització.

Les figures següents mostren exemples explicatius de les disposicions anteriors:



Les parets i terres aïllants han de presentar una resistència no inferior a:

50 kΩ si la tensió nominal de la instal·lació no és superior a 500 V

100 kΩ si la tensió nominal de la instal·lació és superior a 500 V

d) Protecció per separació elèctrica

En l'apartat 413 de la norma UNE-HD 60364-4-41 es desenvolupen els requisits i solucions per la protecció contra els contactes indirectes utilitzant la mesura de protecció per separació elèctrica. El circuit ha d'alimentar-se a través d'una font de separació, és a dir, d'un transformador d'aïllament o font que asseguri un grau de seguretat equivalent.

En el cas que el circuit separat no alimenti més que un sol aparell, les masses del circuit no han d'estar connectades a un conductor de protecció. En el cas d'un circuit separat que alimenti molts aparells, es satisfaran les següents prescripcions:

- Les masses del circuit separat han de connectar-se entre sí mitjançant conductors d'equipotencialitat aïllats, no connectats a terra. Tals conductors no han de connectar-se ni a conductors de protecció, ni a masses d'altres circuits ni a elements conductors.
- Totes les bases de presa de corrent han d'estar previstes d'un contacte de terra que a d'estar connectat al conductor d'equipotencialitat descrit a l'apartat anterior.
- Tots els cables flexibles d'equips que no siguin de classe II han de tenir un conductor de protecció utilitzat com conductor d'equipotencialitat.

CAUSES DE LES ACTUACIONS INTEMPESTIVES EN DISPOSITIUS DIFERENCIALS I COM LIMITAR-LOS

Quan un diferencial actua degut a que ha detectat un corrent de fuga l'origen del qual no és un defecte en la instal·lació que protegeix, es parla d'una actuació intempestiva.

L'origen de les corrents de fuga no degudes a defectes d'aïllaments corresponen a les que circulen cap a terra directament o a través d'elements conductors en un circuit sense defecte elèctric. Existeixen 2 tipus de corrents de fuga, no perilloses, que no són degudes a defectes d'aïllament:

a) Corrents de fuga permanents, degudes a:
   - Les característiques dels aïllants.
   - Les capacitats paràsites per les que circulen les components d'alta freqüència de les corrents consumides per les càrregues.
   - Els condensadors dels filtres capacitius.

b) Corrents de fuga temporals degudes a pertorbacions de curta durada, generades principalment per:
   - Posada en tensió de circuits que posseeixen una elevada capacitat respecte a terra.
   - Corrents de curtcircuit en altres fases o parts de la instal·lació que provoquen desequilibri de tensions amb respecte a terra en l'alimentació del circuit.

c) Corrents de fuga transitòries, generades principalment per:
   - Sobretensions de maniobra.
   - Sobretensions atmosfèriques (llamps).

A més a més algunes d'aquestes corrents de fuga també puguin bloquejar la seva actuació quan es produeix un defecte d'aïllament que sí que suposo un perill.

<u>Corrents de fuga permanents i temporals a 50 Hz</u>

Els filtres antiparàsits capacitius que incorporen els equips electrònics i altres aparells electrodomèstics habituals poden generar corrents de fuga permanents de l'ordre de 0,3 mA a 3,5 mA per aparell. Els següents són exemples típics de valors de corrent de fuga susceptibles de ser produïts per aparells domèstics d'ús habitual:

Aparells d'ús habitual que produeixen fuga	**Corrent de fuga produïts**
Equips informàtics (ordinadors, impressores)	de 0,5 a 2 mA
Aparells electrodomèstics de petita potència	de 0,5 a 0,75 mA
Altres electrodomèstics de potència mitjana	de 1 a 3,5 mA
Equips de climatització	fins a 2 mA/kW

Aquestes corrents de fuga tendeixen a sumar-se si aquets aparells estan connectats sobre una mateixa fase. Si els aparells estan connectats sobre les 3 fases, aquestes corrents tendeixen a anul·lar-se mútuament quan estan equilibrades (suma vectorial).

Per evitar les actuacions intempestives, l'acumulació del corrent de fuga aigües avall del DDR no hauria de ser superior al 30% de $I_{\Delta N}$, recomanant-se per tant el següent:

- Efectuar un balanç dels corrents de fuga previstos en cada circuit. Segons la ITC-BT-25 s'ha d'instal·lar, com a mínim, un DDR per cada 5 circuits en habitatge, però pot ser aconsellable limitar el nombre de circuits per diferencial a menys de 5.
- Els circuits que alimenten a aparells amb elevades corrents de fuga (per exemple, rentadora, rentavaixelles, termo, aparells de climatització, forn) poden protegir-se amb DDR exclusius per a cada circuit.

Actuacions per "simpatia"

Aquestes actuacions consisteixen en l'obertura simultània d'un o varis dispositius diferencials que protegeixen sortides en paral·lel de la mateixa instal·lació deguda a qualsevol de les causes indicades anteriorment. En aquest cas es pot dir també que s'ha perdut la selectivitat horitzontal entre diferencials.

POSADES A TERRA

Les posades a terra s'estableixen principalment amb objecte de limitar la tensió que, amb respecte a terra, puguin presentar en un moment donat les masses metàl·liques, assegurar l'actuació de les proteccions i eliminar o disminuir el risc que suposa una averia als materials elèctrics utilitzats.

La posada o connexió a terra és la unió elèctrica directa, sense fusibles ni protecció, d'una part del circuit elèctric mitjançant una presa de terra amb un electrode o grup d'electrodes enterrats al terra.

Mitjançant la instal·lació de posta a terra s'haurà d'aconseguir que en el conjunt d'instal·lacions, edificis i superfície pròxima al terreny no apareixin diferencials de potencial perilloses i que, al mateix temps, permeti el pas a terra de les corrents de defecte o les de descàrrega d'origen atmosfèric.

L'elecció i instal·lació dels materials que assegurin la posta a terra han de ser tals que:

- El valor de la resistència de posta a terra estigui conforme amb les normes de protecció i de funcionament de la instal·lació i es mantingui d'aquesta manera al pas del temps.
- La solidesa o la protecció mecànica quedi assegurada amb independència de les condicions estimades d'influències externes.
- Contemplin els possibles riscos deguts a l'electròlisi que puguin afectar a altres parts metàl·liques.

UNIONS A TERRA

Preses de terra
Per la presa de terra es poden utilitzar electrodes formats per:

- Barres, tubs.
- Pletines, conductors nus.
- Plaques.
- Anells o malles metàl·liques formats pels elements anteriors o les seves combinacions.
- Armadures de formigó enterrades (amb excepció de les armadures pretensades).
- Altres estructures enterrades que es demostri que són apropiades.

Els conductors de coure utilitzats com electrodes seran de construcció i resistència elèctrica segons la classe 2 de la norma UNE 21.022.

El tipus i la profunditat d'enterrament de les preses de terra han de ser tals que la possible pèrdua d'humitat del terra, la presència de gel o altres efectes climàtics, no augmentin la resistència de la presa de terra per sobre del valor previst. La profunditat mai serà inferior a 0,50 m.

Conductors de terra

La secció dels conductors de terra, quan estiguin enterrats, hauran d'estar d'acord amb els valors indicats a la taula següent. La secció no serà inferior a la mínima exigida pels conductors de protecció.

TIPUS	Protegit mecànicament	No protegit mecànicament
Protegit contra la corrosió*	Segons apartat 3.4 de la ITC-BT 18	16 mm^2 Cu 16 mm^2 Acer Galvanitzat
No protegit contra la corrosió		25 mm^2 Cu 50 mm^2 Fe

* La protecció contra la corrosió pot obtenir-se mitjançant una envoltant

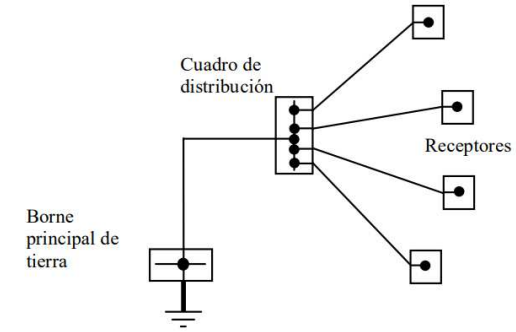
Durant l'execució de les unions entre conductors de terra i electrodes de terra s'ha d'extremar la precaució per tal que resultin elèctricament correctes. Ha de cuidar-se, en especial, que les connexions no danyin ni als conductors ni als electrodes de terra.

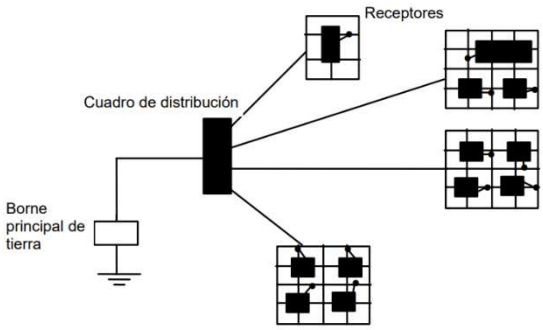
Born de posta a terra

En tota instal·lació de posta a terra s'ha de preveure un born principal de terra, al qual han d'unir-se els conductors següents:

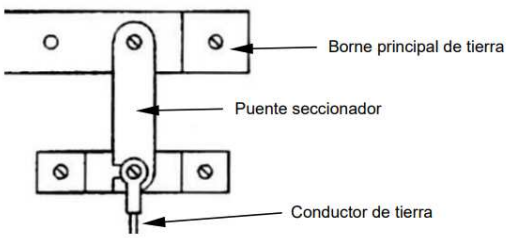
- Els conductors de terra.
- Els conductors de protecció.
- Els conductors d'unió equipotencial principal.
- Els conductors de posta a terra funcional, si són necessaris.

S'ha de preveure sobre els conductors de terra i en lloc accessible, un dispositiu que permeti mesurar la resistència de la presa de terra corresponent. Aquest dispositiu pot estar combinat amb el born principal de terra, ha de ser desmuntable necessàriament per mitjà d'un útil, ha de ser mecànicament segur i ha d'assegurar la continuïtat elèctrica.





Conductor de tierra
Conductor de protección



Conductors de protecció

Els conductors de protecció serveixen per unir elèctricament les masses d'una instal·lació amb el born de terra, amb el fi d'assegurar la protecció contra contactes indirectes.
Els conductors de protecció tindran una secció mínima igual a la fixada en la taula següent:

Secció dels conductors de fase S [mm^2]	Secció mínima dels conductors de protecció S_p [mm^2]
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f / 2$

En tots els casos, els conductors de protecció que no formin part de la canalització d'alimentació seran de coure amb una secció, almenys de:

- 2,5 mm^2 si els conductors de protecció disposen d'una protecció mecànica.
- 4 mm^2 si els conductors de protecció no disposen d'una protecció mecànica.

Com a conductors de protecció es poden utilitzar:

- Conductors en els cables multiconductors.
- Conductors aïllats que posseeixin una envoltant comú amb els conductors actius.
- Conductors separats aïllats.

Cap aparell haurà d'ésser intercalat en el conductor de protecció. Les masses dels equips a unir amb els conductors de protecció no han de ser connectades en sèrie en un circuit de protecció.

CONDUCTORS D'EQUIPOTENCIALITAT

El conductor principal d'equipotencialitat ha de tenir una secció no inferior a la meitat de la del conductor de protecció de secció major de la instal·lació, amb un mínim de 6 mm^2. Tot i això, la seva secció pot ser reduïda a 2,5 mm^2 si és de coure.

La unió d'equipotencialitat suplementària pot estar assegurada per elements conductors no desmuntables (com per exemple estructures metàl·liques no desmuntables), per conductors suplementaris o per combinació dels dos anteriors.

RESISTÈNCIA DE LES PRESES DE TERRA

El valor de resistència de terra serà tal que qualsevol massa no pugui donar lloc a tensions de contacte superiors a:

- 24 V en locals o emplaçaments conductors.
- 50 V en tots els altres casos.

Si les condicions de la instal·lació són tals que puguin donar lloc a tensions de contacte superiors als valors senyalats anteriorment, s'assegurarà la ràpida eliminació de la falta mitjançant dispositius de tall adequats a la corrent de servei.

Segons la ITC-BT-24, la resistència màxima ha de ser tal que es compleixi la següent expressió:

$$V_c = R_t \cdot I_d$$

Tipus de local	**V_c**	**I_d**	**R_t max**
Locals o ambients humits i exteriors	24 V	30 mA	800 Ω
		300 mA	80 Ω
Locals o ambients secs	50 V	30 mA	1.666 Ω
		300 mA	166 Ω

La resistència d'un electrode depèn de les seves dimensions, de la seva forma i de la resistivitat del terreny en el qual s'estableix. Aquesta resistivitat varia freqüentment d'un punt a un altre del terreny, així com també amb la profunditat.

PRESES DE TERRA INDEPENDENTS

Es considerarà independent una presa de terra respecte una altra quan una de les preses de terra no assoleixi , respecte a un punt de potencial zero, una tensió superior a 50 V quan per l'altra hi circula la màxima corrent de defecte a terra prevista.

REVISIÓ DE LES PRESES DE TERRA

Per la importància que ofereix des del punt de vista de la seguretat, qualsevol instal·lació de presa de terra haurà de ser obligatòriament comprovada pel Director de l'Obra o Instal·lador Autoritzat en el moment de donar d'alta la instal·lació per la seva posta en marxa.

Personal tècnicament competent efectuarà la comprovació de la instal·lació de posta a terra, almenys anualment, durant l'època en la qual el terreny estigui més sec. Per a tal, es mesurarà la resistència de terra i es repararan amb caràcter urgent els defectes que es trobin.

Als llocs en els quals el terreny no sigui favorable a la bona conservació dels electrodes, aquests i els conductors d'enllaç entre ells fins el punt de posta a terra, es posaran al descobert per al seu examen, almenys una vegada cada cinc anys.

estudi bàsic de seguretat i salut

ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

CAPÍTOL PRIMER: OBJECTE DEL PRESENT ESTUDI BÀSIC

1.1. Objecte del present estudi bàsic de seguretat i salut

1.2. Establiment posterior d'un pla de seguretat i salut en l'obra

Objecte del pla de SS

CAPÍTOL SEGON: ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

2.1. Dades bàsiques de l'obra i de l'EBSS

2.2. Accessos i comunicacions

2.3. Coordinador en matèria de seguretat i salut

2.4. Principis generals aplicables durant l'execució de l'obra

2.5. Nombre de treballadors

2.6. Relació resumida dels treballs a realitzar

CAPÍTOL TERCER: FASES D'OBRA A REALITZAR AMB IDENTIFICACIÓ DE RISCOS

CAPÍTOL QUART: RELACÓ DE MITJANS HUMANS I TÈCNICS PREVISTOS AMB IDENTIFICACIÓ DE RISCOS

4.1. MAQUINÀRIA

4.2. MITJANS DE TRANSPORT

4.3. TREBALLS PREVIS

4.4. ENDERROCS

4.5. MOVIMENTS DE TERRES I EXCAVACIONS

4.6. FONTAMENTS

4.7. ESTRUCTURA

4.8. RAM DE PALETA

4.9. COBERTA

4.10. REVESTIMENTS I ACABATS

4.10. INSTAL·LACIONS

4.11. MITJANS AUXILIARS

4.12. EINES

4.13. TIPUS D'ENERGIA

4.14. MATERIALS

4.15. MÀ D'OBRA I MITJANS HUMANS

CAPÍTOL CINQUÈ : MESURES EN LA PREVENCIÓ DELS RISCOS

5.1. Proteccions col·lectives

5.2. Equips de protecció individual (EPI)

TREBALLS EN ALTURA: REIAL DECRET 2177/2004, de 12 de novembre, pel qual es modifica el Reial decret 1215/1997, de 18 de juliol, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut per a la utilització pels treballadors dels equips de treball, en matèria de treballs temporals en altura

5.3. Mesures de protecció a tercers

5.4. Obligacions de l'empresari en matèria formativa abans d'iniciar els treballs

5.5. Obligacions del promotor

CAPÍTOL SISÈ: MANTENIMENT PREVENTIU

6.1. Primers auxilis

CAPÍTOL SETÈ: LEGISLACIÓ AFECTADA

CAPÍTOL PRIMER: OBJECTE DEL PRESENT ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT (EBSS)

1.1. Objecte del present estudi bàsic de seguretat i salut

El Reial Decret 1627/97, de 24 d'octubre, pel que s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció, estableix en l'apartat 2 de l'Article 4 que en els projectes d'obra no inclosos en els supòsits previstos en l'apartat 1 el mateix article, el promotor estarà obligat a què en la fase de redacció del projecte s'elabori un Estudi Bàsic de Seguretat i Salut (EBSS).

Com que no es dóna cap dels supòsits previstos en l'apartat 1 de l'article 4 del RD 1627/97, es redacta el present EBSS, el qual té com objecte servir de base per tal que les empreses contractistes i qualsevol altre que participin en l'execució de les obres a les quals fas referència el projecte en el que es troba inclòs aquest estudi, la portin a terme en les millors condicions que puguin aconseguir-se per tal de garantir el manteniment de la salut i la integritat física dels treballadors.

Conforme s'especifica en l'apartat 2 de l'Article 6 del RD 1627/97, l'objecte de l'EBSS haurà de precisar:

- Les normes de seguretat i salut aplicables en l'obra.
- La identificació dels riscos laborals que puguin ser evitats, indicant les mesures tècniques necessàries
- Relació dels riscos laborals que no pugin eliminar-se conforme al que s'ha esmentat anteriorment especificant les mesures preventives i proteccions tècniques que tendeixen a controlar i reduir riscos valorant la seva eficàcia, sobretot quan es proposin mesures alternatives (en aquest cas, es tindrà en compte qualsevol tipus d'activitat que es porti a terme en la mateix i contindrà mesures específiques relatives als treballs inclosos en un o varis dels apartats de l'Annex II).
- Previsions i informacions útils per efectuar el seu dia, en les degudes condicions de seguretat i salut, els previsibles treballs posteriors.

D'aquesta manera, les premisses bàsiques del què estableix aquesta *Estudi Bàsic de Seguretat i Salut* serviran com a document provisori, i subjecte a modificacions, d'identificació i planificació de l'activitat preventiva en l'obra, servint, al seu torn, de previsió dels recursos tècnics i humans necessaris pel compliment de les obligacions preventives en el centre de treball, de conformitat amb els plans d'acció preventiva de les empreses subcontractades, la seva organització funcional i els mitjans a utilitzar, quedant tot això recollit en el present *Estudi Bàsic de Seguretat i Salut*

L'organització del treball de manera que el risc sigui mínim
Preveure les instal·lacions útils necessàries per a la protecció col·lectiva i individual del personal
Preveure les normes d'utilització dels elements de seguretat
Preveure les condicions d'accés segur
Preveure els treballs amb eina elèctrica manual
Preveure els treballs auxiliars i evacuació de ferits

1.2. Establiment posterior d'un pla de seguretat i salut en l'obra

L'estudi de seguretat i salut ha de servir també de base per tal que les empreses constructores, contractistes, subcontractistes i treballadors autònoms que participen en les obres, puguin elaborar abans de l'inici de l'activitat un Pla de Seguretat i Salut tal i com indica l'article del RD 1627/97. En l'esmentat pla podran modificar-se alguns dels aspectes senyalats en aquest estudi amb els requisits que estableix la mencionada normativa. El Pla de Seguretat i Salut és el que permetrà aconseguir i mantenir les condicions de treball necessàries per tal de protegir la salut i la integritat física dels treballadors durant el desenvolupament de les obres que contempla el present EBSS.

Objecte del pla de SS

És l'objectiu del pla de SS intentar preveure els riscos reals que en el dia present de la realització material de l'obra o instal·lació, i donat el caràcter dinàmic de la mateixa, crear els procediments concrets per tal d'aconseguir la realització de l'obra sense accidents ni incidents.

Per tot el que s'ha exposat anteriorment, és necessària la concreció dels objectius d'aquest treball tècnic, que es defineixen segons els següents apartats, sense prioritat d'ordenació ja que es consideren tots els punts d'un mateix rang i que es treballen de manera conjunta i en un global:

a) Conèixer el projecte a construir i si és possible, definir la tecnologia adequada per a la realització tècnica i econòmica de l'obra, amb el fi de poder analitzar i conèixer en conseqüència els possibles riscos de seguretat i salut en el treball.
b) Analitzar totes les unitats d'obra contingudes en el projecte a construir, en funció dels seus factors: formal i d'ubicació, coherentment amb la tecnologia i mètodes viables de construcció a ficar en pràctica.
c) Definir tots els riscos, humanament detectables, que poden aparèixer a la llarga de la realització dels treballs.
d) Dissenyar les línies preventives a posar en pràctica, com a conseqüència de la tecnologia que es va a utilitzar, és a dir: la protecció col·lectiva i equips de protecció individual, a implantar durant tot el procés d'aquesta construcció.
e) Divulgar la prevenció decidida per a aquesta obra, en concret en aquest a pla de SS. Aquesta divulgació s'efectuarà entre tots els que interfereixen en el procés de construcció i s'espera que sigui capaç per si mateixa d'animar als treballadors a posar-la en pràctica, amb el fi d'aconseguir la seva millor i més raonable col·laboració, sense la qual de res servirà aquest treball. Per això aquest conjunt documental es projecta fins a l'empresa constructora i els treballadors: ha d'arribar a tothom: plantilla, sub-contractistes i autònoms, mitjançant els mecanismes previstos en la normativa vigent i en aquelles parts que els afecten directament i en la seva mesura.
f) Crear un ambient de salut laboral en l'obra mitjançant la prevenció de les malalties professionals.
g) Definir les actuacions a seguir en el cas que fracassi aquesta intenció tècnica-preventiva i es produeixi l'accident. De tal forma, que l'assistència a l'accidentat sigui l'adequada al seu cas en concret i aplicant la màxima celeritat i atenció possibles.
h) Fer arribar la prevenció de riscos a cada empresa o autònoms que treballen a l'obra, de tal forma que s'evitin pràctiques contràries a la seguretat i salut amb els resultats i tòpics àmpliament coneguts.
i) Dissenyar la metodologia necessària per a efectuar en el dia i en les degudes condicions de seguretat i salut els treballs de reparació, conservació i manteniment. Això es realitzarà una vegada conegudes les accions necessàries per a les operacions de manteniment i conservació tant de l'obra en sí com de les seves instal·lacions.

CAPÍTOL SEGON: ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

2.1. Dades bàsiques de l'obra i de l'EBSS

Dades del projecte: INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100,98 kWp CONNECTADA A XARXA DE DISTRIBUCIÓ PER UN AUTOCONSUM COL·LECTIU A TORRELAVIT

Autor: Joan Ramírez Guasch
Núm. col·legiat: 19557 CETIT
Enginyer Tècnic Industrial elèctric i químic

2.2. Accessos i comunicacions

La zona disposa de cobertura de telefonia mòbil i accés rodat amb vehicles fins al mateix edifici i de molt fàcil accés des de la via pública.

2.3. Coordinador en matèria de seguretat i salut

La designació del coordinador en l'elaboració del projecte i en l'execució de l'obra podrà recaure en la mateixa persona. El coordinador en matèria de seguretat i salut durant l'execució de l'obra, haurà de desenvolupar les següents funcions:

- Coordinar l'aplicació dels principis generals de prevenció i seguretat
- Coordinar les activitats de l'obra per garantir que les empreses i personal actuant apliquin de manera coherent i responsable els principis d'acció preventiva que es recullen en l'Article 15 de la Llei de Prevenció

de Riscos Laborals durant l'execució de l'obra, i en particular, en les activitats a què es refereix l'Article 10 del RD 1627/97.

- Aprovar el Pla de Seguretat i Salut elaborat pel contractista i, en el seu cas, les modificacions introduïdes en el mateix.
- Organitzar la coordinació d'activitats empresarials previstes en l'Article 24 de la llei de Prevenció de Riscos Laborals.
- Coordinar les accions i funcions de control de l'aplicació correcta dels mètodes de treball
- Adoptar les mesures necessàries perquè només les persones autoritzades puguin accedir a l'obra

La Direcció Facultativa assumirà aquestes funcions quan no sigui necessari la designació del coordinador, i serà designat pel promotor de la instal·lació. El coordinador de seguretat no serà necessari en la fase de redacció del projecte. D'acord amb l'article 3 del RD 1627/1997, si en l'obra intervé més d'una empresa, o una empresa i treballadors autònoms, o més d'un treballador autònom, el Promotor designarà un coordinador en matèria de SS durant l'execució de l'obra.

2.4. PRINCIPIS GENERALS APLICABLES DURANT L'EXECUCIÓ DE L'OBRA

L'article 10 del RD 1627/1997 estableix que s'aplicaran els principis d'acció preventiva recollits en l'art. 15è de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre)" durant l'execució de l'obra i en particular en les següents activitats:

- El manteniment de l'obra en bon estat d'ordre i neteja
- L'elecció de l'emplaçament dels llocs i àrees de treball, tenint en compte les seves condicions d'accés i la determinació de les vies o zones de desplaçament o circulació
- La manipulació dels diferents materials i la utilització dels mitjans auxiliars
- El manteniment, el control previ a la posada en servei i el control periòdic de les Instal·lacions i dispositius necessaris per a l'execució de l'obra, amb objecte de corregir els defectes que poguessin afectar a la seguretat i salut dels treballadors
- La delimitació i condicionament de les zones d'emmagatzematge i dipòsit dels diferents materials, en particular si es tracta de matèries i substàncies perilloses
- La recollida dels materials perillosos utilitzats
- L'emmagatzematge i l'eliminació o evacuació de residus i runes
- L'adaptació en funció de l'evolució de l'obra del període de temps efectiu que s'haurà de dedicar a les diferents feines o fases del treball
- La cooperació entre els contractistes, sots-contractistes i treballadors autònoms
- Les interaccions i incompatibilitats amb qualsevol altre tipus de feina o activitat que es realitzi a l'obra o prop de l'obra

Els **principis d'acció preventiva** establerts a l'article 15è de la Llei 31/95 són els següents:

L'empresari aplicarà les mesures que integren el deure general de prevenció, d'acord amb els següents principis generals:

- Evitar riscos
- Avaluar els riscos que no es puguin evitar
- Combatre els riscos a l'origen
- Adaptar el treball a la persona, en particular amb el que respecta a la concepció dels llocs de treball, l'elecció dels equips i els mètodes de treball i de producció, per tal de reduir el treball monòton i repetitiu i reduir els efectes del mateix a la salut
- Tenir en compte l'evolució de la tècnica

- Substituir allò que és perillós per allò que tingui poc o cap perill
- Planificar la prevenció, buscant un conjunt coherent que integri la tècnica, l'organització del treball, les condicions de treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals en el treball
- Adoptar mesures que posin per davant la protecció col·lectiva a la individual
- Donar les degudes instruccions als treballadors

L'empresari tindrà en consideració les capacitats professionals dels treballadors en matèria de seguretat i salut en el moment d'encomanar les feines

L'empresari adoptarà les mesures necessàries per garantir que només els treballadors que hagin rebut informació suficient i adequada puguin accedir a les zones de risc greu i específic

L'efectivitat de les mesures preventives haurà de preveure les distraccions i imprudències no temeràries que pogués cometre el treballador. Per a la seva aplicació es tindran en compte els riscos addicionals que poguessin implicar determinades mesures preventives, que només podran adoptar-se quan la magnitud dels esmentats riscos sigui substancialment inferior a les dels que es pretén controlar i no existeixin alternatives més segures

Podran concertar operacions d'assegurances que tinguin com a finalitat garantir com a àmbit de cobertura la previsió de riscos derivats del treball, l'empresa respecte dels seus treballadors, els treballadors autònoms respecte d'ells mateixos i les societats cooperatives respecte els socis, l'activitat dels quals consisteixi en la prestació del seu treball personal.

2.5. NOMBRE DE TREBALLADORS

Durant l'execució de la instal·lació s'estima la presència a l'obra de tres treballadors (dos operaris qualificats i un ajudant).

2.6. RELACIÓ RESUMIDA DELS TREBALLS A REALITZAR

- Preparació del material elèctric.
- Estudiar els plànols facilitats en el projecte específic i els esquemes de connexió.
- Traçar sobre el terreny el recorregut de la instal·lació i posicionar l'estructura.
- Muntatge dels mòduls fotovoltaics i muntatge de les canalitzacions corresponents de la instal·lació elèctrica.
- Instal·lació dels cables elèctrics per l'interior de les canalitzacions.
- Muntatge dels inversors i dels quadres elèctrics i connexió al quadre elèctric general de la instal·lació.

CAPÍTOL TERCER: FASES D'OBRA AMB IDENTIFICACIÓ DE RISCOS

Sense perjudici de les disposicions mínimes de Seguretat i Salut aplicables a l'obra establertes a l'annex IV del Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre, s'enumeren a continuació els riscos particulars de diferents treballs d'obra, tot i considerant que alguns d'ells es poden donar durant tot el procés d'execució de l'obra o bé ser aplicables a d'altres feines.

S'haurà de tenir especial cura en els riscos més usuals a les obres, com ara són, caigudes, talls, cremades, erosions i cops, havent-se d'adoptar en cada moment la postura més adient pel treball que es realitzi. A més, s'ha de tenir en compte les possibles repercussions a les estructures d'edificació veïnes i tenir cura en minimitzar en tot moment el risc d'incendi. Tanmateix, els riscos relacionats s'hauran de tenir en compte pels previsibles treballs posteriors (reparació, manteniment...).

Durant l'execució dels treballs corresponents a l'esmentada instal·lació s'indiquen els següents riscos:

Projecció d'objectes i/o fragments.
Aixafaments.
Atrapaments.

Caiguda d'objectes i/o màquines.
Caiguda de persones a diferent nivell.
Caiguda de persones al mateix nivell.
Contactes elèctrics directes.
Contactes elèctrics indirectes.
Cossos estranys als ulls.
Enderrocaments.
Cops i/o talls amb eines i/o maquinària.
Trepitjades sobre objectes punxants.

Paleteria

Riscos més freqüents	Mesures preventives	Proteccions individuals
• Caigudes d'operaris a diferent nivell • Caiguda d'operaris al buit • Caiguda d'objectes sobre operaris • Caigudos de materials transportats • Xocs o cops contra objectes • Atrapaments, aixafaments en mitjans d'elevació i transport • Lesions i/o talls a les mans • Lesions i/o talls als peus • Sobreesforços • Sorolls, contaminació acústica • Ambient polsós • Cossos estranys als ulls • Dermatosis per contacte de ciment i calç • Derivats dels mitjans auxiliars emprats • Derivats de l'accés al lloc de treball	• Baranes • Xarxes verticals • Escales auxiliars adequades • Carcasses resguards de protecció de parts mòbils de màquines • Manteniment adequat de la maquinària • Il.luminació natural o artificial adequada • Neteja de les zones de treball i de trànsit	• Casc de seguretat • Botes o calçat de seguretat • Guants de lona i pell • Guants impermeables • Ulleres de seguretat • Mascaretes amb filtre mecànic • Protectors auditius • Cinturó de seguretat • Roba de treball

Acabats

Riscos més freqüents	Mesures preventives	Proteccions individuals
• Caigudes d'operaris a diferent nivell • Caiguda d'operaris al buit • Caiguda d'objectes sobre operaris • Caigudos de materials transportats • Xocs o cops contra objectes • Atrapaments, aixafaments en mitjans d'elevació i transport • Atropellaments, col.lisions, topades, bolcades de camions • Lesions i/o talls a les mans • Lesions i/o talls als peus • Sobreesforços • Sorolls, contaminació acústica • Ambient polsós	• Baranes • Xarxes verticals • Escales auxiliars adequades • Carcasses resguards de protecció de parts mòbils de màquines • Manteniment adequat de la maquinària • Il.luminació natural o artificial adequada • Neteja de les zones de treball i de trànsit	• Casc de seguretat • Botes o calçat de seguretat • Guants de lona i pell • Guants impermeables • Ulleres de seguretat • Protectors auditius • Cinturó de seguretat • Roba de treball • Pantalla soldador

• Cossos estranys als ulls • Dermatosis per contacte de ciment i calç • Inhalació de vapors i gasos • Treballs en zones humides o molles • Derivats de medis auxiliars usats • Radiacions i derivats de soldadura • Cremades • Derivats de l'accés al lloc de treball		

Instal·lacions (electricitat)

Riscos més freqüents	Mesures preventives	Proteccions individuals
• Caigudes d'operaris a diferent nivell • Caiguda d'operaris al buit • Caiguda d'objectes sobre operaris • Caigudos de materials transportats • Xocs o cops contra objectes • Atrapaments o aixafaments • Lesions i/o talls a les mans • Lesions i/o talls als peus • Sobreesforços • Cossos estranys als ulls • Afeccions a la pell • Contactes elèctrics directes • Contactes elèctrics indirectes • Ambients pobres en oxigen • Inhalació de vapors i gasos • Treballs en zones humides o molles • Explosions i incendis • Derivats de medis auxiliars usats • Radiacions i derivats de soldadura	• Marquesines rígides • Baranes • Passadissos o passarel.les • Xarxes verticals • Xarxes horitzontals • Bastides de seguretat • Mallassos • Taules o planxes en forats horitzontals • Escales auxiliars adequades • Escales d'accés esglaonades i protegides • Carcasses resguards de protecció de parts mòbils de màquines • Manteniment adequat de la maquinària • Plataformes de descàrrega de material • Evacuació d'escombraries • Il.luminació natural o artificial adequada • Neteja de les zones de treball i de trànsit • Bastides adequades	• Casc de seguretat • Botes o calçat de seguretat • Botes de seguretat impermeables • Guants de lona i pell • Guants impermeables • Ulleres de seguretat • Protectors auditius • Cinturó de seguretat • Roba de treball • Pantalla soldador

CAPÍTOL QUART: RELACIÓ DE MITJANS HUMANS I TÈCNICS PREVISTOS AMB IDENTIFICACIÓ DE RISCOS

Es descriuen els mitjans humans i tècnics previstos per al desenvolupament d'aquest projecte.
En conformitat amb el referent al RD 1627/97 s'indiquen els riscos inherents als mitjans tècnics.

4.1. MAQUINÀRIA

- Atropellaments, topades amb altres vehicles, atrapades
- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Desplom i/o caiguda de maquinària d'obra (sitges, grues...)

- Riscos derivats del funcionament de grues
- Caiguda de la càrrega transportada
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós
- Contactes elèctrics directes o indirectes
- Accidents derivats de condicions atmosfèriques

4.2. MITJANS DE TRANSPORT

- Escales portàtils.
- Caigudes d'objectes i/o fragments (trencament de broques,…)
- Caiguda d'objectes, lluminàries i/o trepants.
- Caigudes de persones a diferent nivell.
- Cops i/o talls amb objectes i/o maquinària.

4.3. TREBALLS PREVIS

- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Bolcada de piles de materials
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques)

4.4. ENDERROCS

- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Projecció de partícules durant els treballs
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Contactes amb materials agressius
- Talls i punxades
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós
- Fallida de l'estructura
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Acumulació i baixada de runes

4.5. MOVIMENTS DE TERRES I EXCAVACIONS

- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)

- Cops i ensopegades
- Despreniment i/o esllavissament de terres i/o roques
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós
- Desplom i/o caiguda de les murs de contenció, pous i rases
- Desplom i/o caiguda de les edificacions veïnes
- Accidents derivats de condicions atmosfèriques
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Riscos derivats del desconeixement del sòl a excavar

4.6. FONAMENTS

- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Projecció de partícules durant els treballs
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Contactes amb materials agressius
- Talls i punxades
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós
- Desplom i/o caiguda de les murs de contenció, pous i rases
- Desplom i/o caiguda de les edificacions veïnes
- Contactes elèctrics directes o indirectes
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Fallides d'encofrats
- Fallides de recalçaments
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Bolcada de piles de material
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques)

4.7. ESTRUCTURA

- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Projecció de partícules durant els treballs
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Contactes amb materials agressius
- Talls i punxades
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós
- Contactes elèctrics directes o indirectes
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Fallides d'encofrats
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Bolcada de piles de material

- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques)
- Riscos derivats de l'accés a les plantes
- Riscos derivats de la pujada i recepció dels materials

4.8. RAM DE PALETA

- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Projecció de partícules durant els treballs
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Contactes amb materials agressius
- Talls i punxades
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Bolcada de piles de material
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques)

4.9. COBERTA

- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Projecció de partícules durant els treballs
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Contactes amb materials agressius
- Talls i punxades
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Caigudes de pals i antenes
- Bolcada de piles de material
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques)

4.10. REVESTIMENTS I ACABATS

- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Projecció de partícules durant els treballs
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Contactes amb materials agressius
- Talls i punxades
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Bolcada de piles de material
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques)

4.10. INSTAL·LACIONS

- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Talls i punxades
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Emanacions de gasos en obertures de pous morts
- Contactes elèctrics directes o indirectes
- Sobre-esforços per postures incorrectes
- Caigudes de pals i antenes

4.11. MITJANS AUXILIARS

- Escales fixes de servei.
- Caiguda d'objectes i/o de màquines.
- Caigudes de persones a diferent nivell.
- Caigudes de persones al mateix nivell.
- Cops i/o talls amb objectes i/o maquinària.

Cartells d'advertència a tercers

- Caiguda d'objectes.
- Cops i/o talls amb objectes.
- Útils i eines accessòries.
- Caiguda d'objectes i/o màquines.
- Cops i/o talls amb objectes i/o màquines.

4.12. EINES

- Eines de mà.
- Caixa completa d'eines vàries.
- Caiguda d'objectes i/o màquines.
- Cops i/o talls amb objectes i/o màquines.
- Cremades físiques i químiques.
- Projeccions d'objectes i/o fragments.
- Cossos estranys als ulls.

4.13. TIPUS D'ENERGIA

- Electricitat.
- Contactes elèctrics directes.
- Contactes elèctrics indirectes.
- Incendis.

4.14. MATERIALS

- Cables, mànegues elèctriques i accessoris.
- Caiguda d'objectes i/o maquinària.
- Cops i/o talls amb objectes i/o maquinària.
- Sobreesforços.

- Caixetins, regletes i anclatges.
- Grapes, abraçaderes i tornilleria.
- Trepitjada sobre objectes punxants.

4.15. MÀ D'OBRA I MITJANS HUMANS

- Un oficial.
- Un ajudant.
- Un responsable tècnic.

CAPÍTOL CINQUÈ: MESURES EN LA PREVENCIÓ DELS RISCOS

Com a criteri general primaran les proteccions col·lectives en front de 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.

Tanmateix, les mesures relacionades s'hauran de tenir en compte pe als previsibles treballs posteriors (reparació, manteniment...).

5.1. PROTECCIONS COL·LECTIVES

- Organització i planificació dels treballs per evitar interferències entre les diferents feines i circulacions dins l'obra
- Senyalització de les zones de perill
- Preveure el sistema de circulació de vehicles i la seva senyalització, tant a l'interior de l'obra com en relació amb els vials exteriors
- Deixar una zona lliure a l'entorn de la zona excavada pel pas de maquinària
- Immobilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les tasques de càrrega i descàrrega
- Respectar les distàncies de seguretat amb les Instal·lacions existents
- Els elements de les Instal·lacions han d'estar amb les seves proteccions aïllants
- Fonamentació correcta de la maquinària d'obra
- Muntatge de grues fet per una empresa especialitzada, amb revisions periòdiques, control de la càrrega màxima, delimitació del radi d'acció, frenada, blocatge, etc
- Revisió periòdica i manteniment de maquinària i equips d'obra
- Sistema de rec que impedeixi l'emissió de pols en gran quantitat
- Comprovació de l'adequació de les solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes)
- Comprovació d'apuntalaments, condicions d'estrebats i pantalles de protecció de rases
- Utilització de paviments antilliscants.
- Col·locació de baranes de protecció en llocs amb perill de caiguda.
- Col·locació de xarxes en forats horitzontals
- Protecció de forats i façanes per evitar la caiguda d'objectes (xarxes, lones)
- Ús de canalitzacions d'evacuació de runes, correctament instal·lades
- Ús d'escales de mà, plataformes de treball i bastides
- Col·locació de plataformes de recepció de materials en plantes altes

Senyalització

El RD 485/1997, de 14 d'abril del 1997, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de caràcter general relatives a la senyalització de seguretat i salut en el treball, indica que s'haurà d'utilitzar una senyalització de seguretat i salut amb la finalitat de:

- Cridar l'atenció dels treballadors sobre l'existència de determinats riscos, prohibicions o obligacions.
- Alertar als treballadors quan es produeixi una determinada situació d'emergència que requereixi les mesures urgents de protecció i evacuació.
- Facilitar als treballadors la localització i identificació de determinats mitjans o instal·lacions de protecció, evacuació, emergència o primers auxilis.
- Orientar o guiar als treballadors que realitzin determinades maniobres perilloses.

En cas de senyalitzar obstacles, zones de caiguda d'objectes, caiguda de persones a diferent nivell, xocs, cops, etc, es realitzaran amb plànols o bé es delimitarà la zona d'exposició al risc amb cintes de tela o materials plàstics amb franges alternades obliqües en color groc i negre, inclinades a 45º.

Les zones de treball es delimitaran amb cintes de franges alternades verticals de color vermell i blanc.

Protecció de persones en instal·lació elèctrica

La instal·lació elèctrica estarà ajustada al Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió, certificada per un instal·lador autoritzat. En aplicació del què s'indica a l'apartat 3 de l'annex IV del RD 1627/97 de 24 d'octubre, la instal·lació elèctrica haurà de satisfer, a més a més, les següents condicions:

- Haurà de projectar-se, realitzar-se i utilitzar-se de tal manera que no esdevingui perill d'incendi o d'explosió, estant les persones convenientment protegides contra els riscos per contacte directe o indirecte.
- Els cables seran adequats a la càrrega que hauran de suportar, connectats a les bases mitjançant clavilles normalitzades. Els fusibles estaran blindats i cal·librats segons la càrrega màxima a suportar pels interruptors.
- Continuïtat de la presa de terra a les línies de subministrament intern de l'obra amb un valor màxim de resistència de 80 Ω. Les màquines fixes disposaran d'una presa de terra independent.
- Les preses de corrent estaran previstes amb un conductor de presa de terra i seran blindades.
- Tots els circuits de subministres a les màquines (ventiladors) i instal·lacions d'enllumenat estaran protegides per fusibles o interruptors magnetotèrmics i disjuntors diferencials d'alta sensibilitat en perfecte estat de funcionament.

5.2. EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL (EPI's)

- Utilització de caretes i ulleres homologades contra la pols i/o projecció de partícules
- Utilització de calçat de seguretat
- Utilització de casc homologat
- A totes les zones elevades on no hi hagi sistemes fixes de protecció caldrà establir punts d'ancoratge segurs per poder subjectar-hi el cinturó de seguretat homologat, la utilització del qual serà obligatòria
- Utilització de guants homologats per evitar el contacte directe amb materials agressius i minimitzar el risc de talls i punxades
- Utilització de protectors auditius homologats en ambients excessivament sorollosos
- Utilització de mandils
- Sistemes de subjecció permanent i de vigilància per més d'un operari en els treballs amb perill d'intoxicació. Utilització d'equips de subministrament d'aire

Cremades físiques:

- Guants de protecció contra l'abrasió.

Caiguda d'objectes i/o fragments:
- Calçat amb protecció contra cops mecànics.
- Casc protector del cap contra riscos mecànics.
- Ulleres de seguretat per a ús bàsic (impactes amb partícules sòlides).
- Pantalla facial abatible amb visor de reixeta metàl·lica, amb fixació adaptada al casc.

Escalfaments:
- Calçat amb proteccions contra cops mecànics.
- Casc protector del cap contra riscos mecànics.

Atrapaments:
- Calçat amb proteccions contra cops mecànics.
- Casc protector del cap contra riscos mecànics.

Caiguda d'objectes:
- Caixes d'eines.
- Calçat amb proteccions contra cops mecànics.
- Casc protector del cap contra riscos mecànics.

Caiguda de persones a diferent nivell:
- Cinturons de seguretat.

Contactes elèctrics directes:
- Guants de protecció (dielèctrics).
- Casc protector del cap contra riscos elèctrics.

Contactes elèctrics indirectes:
- Botes d'aigua.
- Guants de protecció (dielèctrics).
- Casc protector del cap contra riscos elèctrics.

Cossos estranys als ulls:
- Ulleres de seguretat per a ús bàsic (xoc o impacte amb partícules sòlides).

TREBALLS EN ALTURA

REIAL DECRET 2177/2004, de 12 de novembre, pel qual es modifica el Reial decret 1215/1997, de 18 de juliol, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut per a la utilització pels treballadors dels equips de treball, en matèria de treballs temporals en altura

Si és necessari per a la seguretat o salut dels treballadors, els equips de treball i els seus elements han d'estar estabilitzats per fixació o per altres mitjans.

Els equips de treball la utilització prevista dels quals requereixi que els treballadors s'hi situïn a sobre han de disposar dels mitjans adequats per garantir que l'accés i la permanència en aquests equips no suposi un risc per a la seva seguretat i salut.

En particular, llevat del cas de les escales de mà i dels sistemes utilitzats en les tècniques d'accés i posicionament mitjançant cordes, quan hi hagi un risc de caiguda d'altura de més de dos metres, els equips de treball han de disposar de baranes o de qualsevol altre sistema de protecció col·lectiva que proporcioni una seguretat equivalent.

Les baranes han de ser resistents, d'una altura mínima de 90 centímetres i, quan sigui necessari per impedir el pas o relliscades dels treballadors o per evitar que caiguin objectes, han de disposar, respectivament, d'una protecció intermèdia i d'un entornpeu.

Les escales de mà, les bastides i els sistemes utilitzats en les tècniques d'accés i posicionament mitjançant cordes han de tenir la resistència i els elements necessaris de suport o subjecció, o tots dos, perquè la seva utilització en les condicions per a les quals han estat dissenyats no suposi un risc de caiguda per trencament o desplaçament. En particular, les escales de tisora han de disposar d'elements de seguretat que impedeixin que s'obrin en ser utilitzades.

Si, en aplicació del que disposen la Llei 31/1995, de 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals, en concret, en els seus articles 15, 16 i 17, i l'article 3 d'aquest Reial decret, no es poden efectuar treballs temporals en altura de manera segura i en condicions ergonòmiques acceptables des d'una superfície adequada, s'han d'escollir els equips de treball més apropiats per garantir i mantenir unes condicions de treball segures, tenint en compte, en particular, que s'ha de donar prioritat a les mesures de protecció col·lectiva enfront de les mesures de protecció individual i que l'elecció no es pot subordinar a criteris econòmics.

Les dimensions dels equips de treball han d'estar adaptades a la naturalesa de la feina i a les dificultats previsibles i han de permetre una circulació sense perill.

L'elecció del tipus més convenient de mitjà d'accés als llocs de treball temporal en altura s'ha d'efectuar en funció de la freqüència de circulació, l'altura a què s'hagi de pujar i la durada de la utilització. L'elecció efectuada ha de permetre l'evacuació en cas de perill imminent.

El pas en les dues direccions entre el mitjà d'accés i les plataformes, taulers o passarel·les no ha d'augmentar el risc de caiguda.

Disposicions generals:

- La utilització d'una escala de mà com a lloc de treball en altura s'ha de limitar a les circumstàncies en què, tenint en compte el que disposa l'apartat 4.1.1, la utilització d'altres equips de treball més segurs no estigui justificada pel baix nivell de risc i per les característiques dels emplaçaments que l'empresari no pugui modificar.
- La utilització de les tècniques d'accés i de posicionament mitjançant cordes s'ha de limitar a circumstàncies en què l'avaluació del risc indiqui que el treball es pot executar de manera segura i en què, a més, la utilització d'un altre equip de treball més segur no estigui justificada. Tenint en compte l'avaluació del risc i, especialment, en funció de la durada del treball i de les exigències de caràcter ergonòmic, s'ha de facilitar un seient proveït dels accessoris apropiats.
- Depenent del tipus d'equip de treball elegit d'acord amb els apartats anteriors, s'han de determinar les mesures adequades per reduir al màxim els riscos inherents a aquest tipus d'equip per als treballadors. En cas que sigui necessari, s'ha de preveure la instal·lació d'uns dispositius de protecció contra caigudes. Aquests dispositius han de tenir una configuració i una resistència adequades per prevenir o aturar les caigudes d'altura i, en la mesura que sigui possible, evitar les lesions dels treballadors. Els dispositius de protecció col·lectiva contra caigudes només es poden interrompre en els punts d'accés a una escala o a una escala de mà.
- Quan l'accés a l'equip de treball o l'execució d'una tasca particular exigeixi la retirada temporal d'un dispositiu de protecció col·lectiva contra caigudes, s'han de preveure mesures compensatòries i eficaces de seguretat, que s'han d'especificar en la planificació de l'activitat preventiva. No es pot executar el treball sense l'adopció prèvia de les mesures esmentades. Una vegada finalitzat aquest treball particular, sigui de forma definitiva o temporal, s'han de tornar a col·locar al seu lloc els dispositius de protecció col·lectiva contra caigudes.
- Els treballs temporals en altura només es poden efectuar quan les condicions meteorològiques no posin en perill la salut i la seguretat dels treballadors

Disposicions específiques sobre la utilització d'escales de mà

- Les escales de mà s'han de col·locar de manera que l'estabilitat durant la seva utilització estigui assegurada. Els punts de suport de les escales de mà s'han d'assentar sòlidament sobre un suport de dimensions adequades i estable, resistent i immòbil, de manera que els travessers quedin en posició horitzontal. Les escales suspeses s'han de fixar de forma segura i, excepte les de corda, de manera que no es puguin desplaçar i s'evitin els moviments de balanceig.
- S'ha d'impedir que els peus rellisquin de les escales de mà durant la seva utilització, sigui mitjançant la fixació de la part superior o inferior dels travessers, sigui mitjançant qualsevol dispositiu antilliscant o qualsevol altra solució d'eficàcia equivalent. Les escales de mà per a fins d'accés han de tenir la longitud

necessària per sobresortir almenys un metre del pla de treball al qual s'accedeix. Les escales compostes de diversos elements adaptables o extensibles s'ha d'utilitzar de manera que la immobilització recíproca dels diferents elements estigui assegurada. Les escales amb rodes s'han d'haver immobilitzat abans d'accedir-hi. Les escales de mà simples s'han de col·locar, en la mesura que sigui possible, formant un angle aproximat de 75 graus amb l'horitzontal.

- L'ascens, el descens i els treballs des d'escales s'han d'efectuar de cara a aquestes. Les escales de mà s'han d'utilitzar de manera que els treballadors puguin tenir en tot moment un punt de suport i de subjecció segurs. Els treballs a més de 3,5 metres d'altura, des del punt d'operació a terra, que requereixin moviments o esforços perillosos per a l'estabilitat del treballador només es poden fer si es fa servir un equip de protecció individual anticaiguda o s'adopten altres mesures de protecció alternatives. El transport a mà d'una càrrega per una escala de mà s'ha de fer de manera que això no impedeixi una subjecció segura. Es prohibeix el transport i la manipulació de càrregues per escales o des d'escales de mà quan el seu pes o dimensions puguin comprometre la seguretat del treballador. Les escales de mà no les han de fer servir dues o més persones simultàniament.
- No s'han d'utilitzar escales de mà i, en particular, escales de més de cinc metres de longitud, que no ofereixin garanties sobre la seva resistència. Queda prohibit l'ús d'escales de mà de construcció improvisada.
- Les escales de mà s'han de revisar periòdicament. Es prohibeix la utilització d'escales de fusta pintades, per la dificultat que això suposa per detectar-hi possibles defectes.

Disposicions específiques relatives a la utilització de les bastides

- Les bastides s'han de projectar, muntar i mantenir convenientment de manera que s'eviti que es desplomin o que es desplacin accidentalment. Les plataformes de treball, les passarel·les i les escales de les bastides s'han de construir, dimensionar, protegir i utilitzar de forma que s'eviti que les persones caiguin o estiguin exposades a caigudes d'objectes. A aquest efecte, les seves mesures s'han d'ajustar al nombre de treballadors que les hagin de fer servir.
- Quan no es disposi de la nota de càlcul de la bastida escollida, o quan les configuracions estructurals previstes no hi estiguin previstes, s'ha d'efectuar un càlcul de resistència i estabilitat, llevat que la bastida estigui muntada segons una configuració tipus generalment reconeguda.
- En funció de la complexitat de la bastida escollida, s'ha d'elaborar un pla de muntatge, d'utilització i de desmuntatge. Aquest pla i el càlcul a què es refereix l'apartat anterior han de ser realitzats per una persona amb una formació universitària que l'habiliti per portar a terme aquestes activitats. Aquest pla pot adoptar la forma d'un pla d'aplicació generalitzada, completat amb elements corresponents als detalls específics de la bastida de què es tracti. Als efectes del que disposa el paràgraf anterior, el pla de muntatge, d'utilització i de desmuntatge és obligatori en els tipus de bastides següents: a) Plataformes suspeses de nivell variable (d'accionament manual o motoritzades), instal·lades temporalment sobre un edifici o una estructura per a tasques específiques, i plataformes elevadores sobre pal. b) Bastides constituïdes amb elements prefabricats recolzats sobre terreny natural, soleres de formigó, forjats, voladissos o altres elements l'altura dels quals, des del nivell inferior de suport fins a la coronació de la bastimentada, excedeixi els sis metres o que disposin d'elements horitzontals que salvin volades i distàncies superiors entre suports de més de vuit metres. Se n'exceptuen les bastides de cavallets. c) Bastides instal·lades a l'exterior, sobre terrats, cúpules, teulades o estructures superiors la distància dels quals entre el nivell de suport i el nivell del terreny o del terra excedeixi els 24 metres d'altura. d) Torres d'accés i torres de treball mòbils en què els treballs s'efectuïn a més de sis metres d'altura des del punt d'operació fins al terra. No obstant això, quan es tracti de bastides que, malgrat estar incloses entre les esmentades anteriorment, disposin del marcatge \009CE», perquè els és aplicable una normativa específica en matèria de comercialització, l'esmentat pla pot ser substituït per les instruccions específiques del fabricant, proveïdor o subministrador, sobre el muntatge, la utilització i el desmuntatge dels equips, llevat que aquestes operacions es facin de forma o en condicions o circumstàncies no previstes en les instruccions esmentades.
- Els elements de suport d'una bastida han d'estar protegits contra el risc de relliscada, sigui mitjançant subjecció a la superfície de suport, sigui mitjançant un dispositiu antilliscant, o bé mitjançant qualsevol altra solució d'eficàcia equivalent, i la superfície portant ha de tenir una capacitat suficient. S'ha de garantir l'estabilitat de la bastida. S'ha d'impedir mitjançant dispositius adequats el desplaçament inesperat de les bastides mòbils durant els treballs en altura.
- Les dimensions, la forma i la disposició de les plataformes d'una bastida han de ser apropiades per al tipus de treball que s'hi ha de realitzar, han de ser adequades a les càrregues que hagin de suportar i permetre que s'hi treballi i s'hi circuli amb seguretat. Les plataformes de les bastides s'han de muntar de tal manera

que els seus components no es desplacin durant una utilització normal. No hi ha d'haver cap buit perillós entre els components de les plataformes i els dispositius verticals de protecció col·lectiva contra caigudes.

- Quan algunes parts d'una bastida no estiguin preparades per ser utilitzades, en particular durant el muntatge, el desmuntatge o les transformacions, aquestes parts han de disposar de senyals d'advertència de perill general, d'acord amb el Reial decret 485/1997, de 14 d'abril, sobre senyalització de seguretat i salut al centre de treball, i delimitades convenientment mitjançant elements físics que impedeixin l'accés a la zona de perill.
- Les bastides només poden ser muntades, desmuntades o modificades substancialment sota la direcció d'una persona amb una formació universitària o professional que l'habiliti per a això, i per treballadors que hagin rebut una formació adequada i específica per a les operacions previstes, que els permeti enfrontar-se a riscos específics de conformitat amb les disposicions de l'article 5, destinada en particular a:

    a) La comprensió del pla de muntatge, desmuntatge o transformació de la bastida de què es tracti.
    b) La seguretat durant el muntatge, el desmuntatge o la transformació de la bastida de què es tracti.
    c) Les mesures de prevenció de riscos de caiguda de persones o d'objectes.
    d) Les mesures de seguretat en cas de canvi de les condicions meteorològiques que puguin afectar negativament la seguretat de la bastida de què es tracti.
    e) Les condicions de càrrega admissible.
    f) Qualsevol altre risc que comportin les esmentades operacions de muntatge, desmuntatge i transformació.

Tant els treballadors afectats com la persona que supervisi han de disposar del pla de muntatge i desmuntatge que esmenta l'apartat 4.3.3, inclosa qualsevol instrucció que pugui contenir. Quan, de conformitat amb l'apartat 4.3.3, no sigui necessària l'elaboració d'un pla de muntatge, utilització i desmuntatge, les operacions previstes en aquest apartat també poden ser dirigides per una persona que disposi d'una experiència en aquesta matèria de més de dos anys certificada per l'empresari i compti amb la formació preventiva corresponent, com a mínim, a les funcions de nivell bàsic, d'acord amb el que preveu l'apartat 1 de l'article 35 del Reglament dels serveis de prevenció, aprovat pel Reial decret 39/1997, de 17 de gener.

- Les bastides han de ser inspeccionades per una persona amb una formació universitària o professional que l'habiliti per a això:

    a) Abans de la posada en servei.
    b) A continuació, periòdicament.
    c) Després de qualsevol modificació, període de no utilització, exposició a la intempèrie, sacsejades sísmiques, o qualsevol altra circumstància que hagi pogut afectar la seva resistència o la seva estabilitat.

Quan, de conformitat amb l'apartat 4.3.3, no sigui necessària l'elaboració d'un pla de muntatge, utilització i desmuntatge, les operacions que preveu aquest apartat també poden ser dirigides per una persona que disposi d'una experiència certificada per l'empresari en aquesta matèria de més de dos anys i compti amb la formació preventiva corresponent, com a mínim, a les funcions de nivell bàsic, d'acord amb el que preveu l'apartat 1 de l'article 35 del Reglament dels serveis de prevenció, aprovat pel Reial decret 39/1997, de 17 de gener

- Disposicions específiques sobre la utilització de les tècniques d'accés i de posicionament mitjançant cordes.
  4.4.1 La utilització de les tècniques d'accés i de posicionament mitjançant cordes ha de complir les condicions següents:
    a) El sistema ha de constar com a mínim de dues cordes amb subjecció independent, una com a mitjà d'accés, de descens i de suport (corda de treball) i l'altra com a mitjà d'emergència (corda de seguretat).
    b) S'ha de facilitar als treballadors uns arnesos adequats, que han d'utilitzar i connectar a la corda de seguretat.
    c) La corda de treball ha d'estar equipada amb un mecanisme segur d'ascens i descens i disposar d'un sistema de bloqueig automàtic amb la finalitat d'impedir la caiguda en cas que l'usuari perdi el control del seu moviment. La corda de seguretat ha d'estar equipada amb un dispositiu mòbil contra caigudes que segueixi els desplaçaments del treballador.
    d) Les eines i altres accessoris que hagi d'utilitzar el treballador han d'estar subjectes a l'arnès o al seient del treballador o subjectes per altres mitjans adequats.
    e) El treball s'ha de planificar i supervisar correctament, de manera que, en cas d'emergència, es pugui socórrer immediatament el treballador.

f) D'acord amb les disposicions de l'article 5, s'ha d'impartir als treballadors afectats una formació adequada i específica per a les operacions previstes, destinada, en particular, a:

1r Les tècniques per a la progressió mitjançant cordes i sobre estructures.
2n Els sistemes de subjecció.
3r Els sistemes anticaiguda.
4t Les normes sobre la cura, el manteniment i la verificació de l'equip de treball i de seguretat.
5è Les tècniques de salvament de persones accidentades en suspensió.
6è Les mesures de seguretat davant condicions meteorològiques que puguin afectar la seguretat.
7è Les tècniques segures de manipulació de càrregues en altura.

- En circumstàncies excepcionals en què, tenint en compte l'avaluació del risc, la utilització d'una segona corda faci més perillosa la feina, es pot admetre la utilització d'una sola corda, sempre que es justifiquin les raons tècniques que ho motivin i es prenguin les mesures adequades per garantir la seguretat.

5.3. MESURES DE PROTECCIÓ A TERCERS

- Tancament, senyalització i enllumenat de l'obra. Cas 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 de l'obra com en relació amb els vials exteriors
- Immobilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les tasques de càrrega i descàrrega
- Comprovació de l'adequació de les solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes)
- Protecció de forats i façanes per evitar la caiguda d'objectes (xarxes, lones)

5.4. OBLIGACIONS DE L'EMPRESARI EN MATÈRIA FORMATIVA ABANS D'INICIAR ELS TREBALLS

L'empresari aplicarà les mesures que integren el deure general de prevenció, d'acord amb els següents principis:

a) Evitar riscos.
b) Avaluar els riscos que no es poden evitar.
c) Combatre els riscos des de l'origen.
d) Adaptar el treball a la persona, en particular amb el relacionat al lloc de treball, l'elecció dels equips i els mètodes de treball i de producció per tal de reduir el treball monòton i repetitiu i minimitzar els efectes del mateix per la salut.
e) Tenir en compte l'evolució de la tècnica.
f) Planificar la prevenció, buscant un conjunt coherent que integri la tècnica, l'organització i les condicions del treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals del treball.
g) Adoptar mesures que sobreposin la protecció col·lectiva a la individual.
h) Donar les instruccions corresponents als treballadors.

L'empresari tindrà en consideració les capacitats professionals dels treballadors en matèria de seguretat i salut en el moment d'encarregar els treballs.

L'empresari adoptarà les mesures necessàries per tal de garantir que únicament els treballadors que hagin rebut de manera suficient, informació adequada, puguin accedir a les zones de treball de risc greu i específic.

5.5. OBLIGACIONS DEL PROMOTOR

Abans de l'inici dels treballs, el promotor designarà un Coordinador en matèria de Seguretat i Salut, quan en l'execució de les obres intervinguin més d'una empresa, o una empresa i treballadors autònoms o diversos treballadors autònoms.

(En la introducció del Reial Decret 1627/97 i en l'apartat 2 de l'Article 2 s'estableix que el contractista i el subcontractista tindran la consideració d'empresari als efectes previstos en la normativa sobre prevenció de riscos laborals. Tenint en compte que ales obres d'edificació és habitual l'existència de nombrosos subcontractistes, serà previsible l'existència del Coordinador en la fase d'execució)

La designació del çoordinador en matèria de Seguretat i Salut no eximirà al promotor de les responsabilitats.
El promotor haurà de fer un avís previ a l'autoritat laboral competent abans del començament de les obres, que es redactarà d'acord amb el que disposa l'Annex III del Reial Decret 1627/97 havent-se d'exposar en l'obra de forma visible i actualitzar-se si fos necessari.

CAPÍTOL SISÈ: MANTENIMENT PREVENTIU

L'Articulat i annexos del RD 1215/97 de 18 de juliol indica l'obligatorietat per part de l'empresari d'adoptar les mesures preventives necessàries per tal que els equips de treball que es posin a disposició dels treballadors siguin adequats al treball que s'hagi de realitzar i convenientment adaptats a sí mateix, de forma que es pugui garantir la seguretat i la salut dels treballadors al utilitzar-los. Si això no fos possible, l'empresari adoptarà les mesures adequades per reduir aquests riscos.
Com a mínim, només hauran d'utilitzar-se equips que satisfacin les disposicions legals o reglamentàries que els siguin d'aplicació, així com les condicions previstes en aquest Estudi Bàsic de Seguretat i Salut.
Quan l'equip requereixi una utilització de manera o forma determinada, s'adoptaran les mesures adequades que reservin l'ús als treballadors especialment qualificats per a fer-ho.

L'empresari adoptarà les mesures necessàries per tal que mitjançant el manteniment adequat, els equips de treball es conservin durant tot el temps d'utilització en unes condicions òptimes.

Són obligatòries les comprovacions prèvies a l'ús, les prèvies a la reutilització després de cada muntatge, després del manteniment o reparació i després d'exposicions a elements susceptibles de produir deterioraments.

Tots els equips, d'acord amb l'article 41 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals (Llei 31/95), estaran acompanyats d'instruccions adequades de funcionament i condicions.

El constructor justificarà que totes les màquines, eines i mitjans auxiliars, tenen el seu corresponent certificat –CE- i que el seu manteniment preventiu i correctiu facin que sigui aconsellable la seva utilització efectiva.
Els elements de senyalització es mantindran en bones condicions de visibilitat. En els casos que es consideri necessari, es regaran les superfícies de trànsit per eliminar els ambients polsegosos i la brutícia acumulada sobre aquests elements.

Les instal·lacions, màquines i equips (inclosos els de mà) hauran de complir els següents punts:

- Estar ben projectats i construïts tenint en compte els principis de l'ergonomia.
- Mantenir-se en bon estat de funcionament.
- Utilitzar-se exclusivament pels treballs sobre els quals han estat destinades.
- Ser utilitzats per treballadors que hagin estat formats adequadament.

Les eines manuals seran revisades periòdicament pel seu usuari, reparant-se o substituint-se quan el seu estat denoti un mal funcionament o representi un perill pel seu usuari (mànecs esquerdats o estellats).

6.1. PRIMERS AUXILIS

Es disposarà d'una farmaciola amb els mitjans necessaris per fer les cures d'urgència en cas d'accident i una persona capacitada i designada per l'empresa constructora en serà el responsable.

S'informarà a l'inici de l'obra, de la situació dels diferents centres mèdics als quals s'hauran de traslladar els accidentats. És convenient disposar a l'obra i en lloc ben visible, d'una llista amb els telèfons i adreces dels centres assignats per a urgències, ambulàncies, taxis, etc. per garantir el ràpid trasllat dels possibles accidentats.

Pla de seguretat i salut en el treball

En aplicació de l'Estudi Bàsic de Seguretat i Salut, el contractista, abans de l'inici de l'obra, elaborarà un Pla de Seguretat i Salut on s'analitzaran, estudiaran, desenvoluparan i complementaran les previsions contingudes en aquest Estudi Bàsic i en funció del seu propi sistema d'execució d'obra. En aquest Pla s'inclouran, les propostes de mesures alternatives de prevenció que el contractista proposi amb la corresponent justificació tècnica, i que no podran implicar disminució dels nivells de protecció previstos en aquest Estudi Bàsic.

El Pla de seguretat i salut haurà de ser aprovat, abans de l'inici de l'obra, pel Coordinador en matèria de Seguretat i Salut durant l'execució de l'obra. Aquest podrà ésser modificat pel contractista en funció del procés d'execució de la mateixa, de l'evolució dels treballs i de les possibles incidències o modificacions que pugin sorgir al llarg de l'obra, però sempre amb l'aprovació expressa del coordinador. Quan no sigui necessària la designació del Coordinador, les funcions que se li atribueixen seran assumides per la direcció Facultativa.

Si es tracta d'obres de l'Administració pública, el pla ha de ser aprovat per l'Administració pública que hagi adjudicat l'obra.

Qui intervingui en l'execució e l'obra, així com les persones u òrgans amb responsabilitats en matèria de prevenció en les empreses que intervenen en la mateixa i els representants dels treballadors, podran presentar per escrit i de manera raonada, les suggerències i alternatives que estimin oportunes. El Pla està en l'obra a disposició de la Direcció Facultativa.

El pla de seguretat i salut constitueix l'instrument bàsic de les activitats d'identificació, avaluació i planificació de l'activitat preventiva en l'obra a què és refereix el capítol II del Reial decret 39/1997, pel qual s'aprova el Reglament dels serveis de prevenció.

El pla de seguretat i salut pot ser modificat pel contractista d'acord amb el procés d'execució de l'obra, l'evolució dels treballs i les possibles incidències o modificacions que puguin sorgir al llarg de l'obra, però sempre amb l'aprovació expressa del coordinador de seguretat i salut en fase d'execució d'obra.

Poden presentar suggeriments i alternatives de manera raonada:

- Les persones que intervinguin a l'obra,

- Les persones o òrgans amb responsabilitats en prevenció a les empreses que intervinguin (serveis de prevenció entre d'altres),

- Els representants dels treballadors. El pla de seguretat i salut ha d'estar a disposició permanent d'aquestes persones, així com de la direcció facultativa i de la Inspecció de Treball i Social i dels tècnics dels òrgans especialitzats en matèria de seguretat i salut en les Administracions públiques competents.

Cal tenir en compte que, d'acord amb l'Ordre TIN/1071/2010 de 27 d'abril, sobre els requisits i les dades que han de reunir les comunicacions d'obertura o de represa d'activitats en els centres de treball, la comunicació d'obertura d'un centre de treball a l'autoritat laboral competent s'ha d'acompanyar amb el pla de seguretat i salut. Tanmateix, en el cas de les comunicacions d'obertura d'obres de construcció ubicades a Catalunya, tant per a la tramitació telemàtica com per a la presencial, es substitueix l'obligació de presentar el pla de seguretat i salut o l'avaluació de riscos per la signatura d'una declaració responsable per part de l'empresari o el seu representant legal en què manifesta que l'empresa disposa del corresponent pla de seguretat i salut aprovat pel coordinador de seguretat i salut en fase d'execució d'obra o, si aquest no és exigible, de la corresponent avaluació de riscos, i que es compromet a mantenir-lo durant el temps que es mantingui el centre de treball obert, i que és coneixedor que la inexactitud o falsedat d'aquesta declaració comporta, quan escaigui, la instrucció del corresponent expedient sancionador.

Obligació de contractistes i subcontractistes

El contractista i subcontractistes estaran obligats a:

1. Aplicar els principis d'acció preventiva que es recullen en l'Art. 15 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals, i en particular:
    a. El manteniment de l'obra en bon estat de neteja
    b. L'elecció de l'emplaçament dels llocs i àrees de treball, tenint en compte les seves condicions d'accés i la determinació de les vies o zones de desplaçament o circulació

c. La manipulació de diferents materials i la utilització de mitjans auxiliars

d. El manteniment, el control previ a la posta en servei i control periòdic de les instal·lacions i dispositius necessaris per l'execució de les obres, per tal de corregir els defectes que poguessin afectar a la seguretat i salut dels treballadors.

e. La delimitació i condicionament de les zones d'emmagatzematge i dipòsit de materials, en particular si es tracta de matèries perilloses

f. L'emmagatzematge i evacuació de residus i escombraries

g. La recollida de materials perillosos utilitzats

h. L'adaptació del període de temps efectiu que s'haurà de dedicar als diferents treballs o fases del treball

i. La cooperació entre tots els que intervinguin en l'obra

j. Les interaccions o incompatibilitats amb qualsevol altre treball o activitat

2. Complir i fer complir al seu personal el que estableix el Pla de Seguretat i Salut
3. Complir la normativa en matèria de prevenció de riscos laborals, tenint en compte les obligacions sobre coordinació de les activitats empresarials previstes en l'Art. 24 de la Llei de Prevenció de Riscos laborals, així com complir les disposicions mínimes establertes en l'Annex IV del RD 1627/97.
4. Informar i proporcionar les instruccions adequades als treballadors autònoms sobre totes les mesures que hagin d'adoptar-se en tot el que es refereix a seguretat i salut.
5. Atenir-se a les indicacions i complir les instruccions del coordinador en matèria de seguretat i salut durant l'execució de l'obra.

Seran responsables de la correcta execució de les mesures preventives fixades en el Pla i en el que faci referència a les obligacions que li corresponguin directament o, en el seu cas, als treballs autònoms per ells contractats. A més respondran solidàriament de les conseqüències que es derivin de l'incompliment de les mesures previstes en el Pla.

Les responsabilitats del Coordinador, Direcció facultativa i el Promotor no eximiran de les seves responsabilitats als contractistes i als subcontractistes.

Obligacions dels treballadors autònoms

Els treballadors autònoms estan obligats a:

1. Aplicar els principis de l'acció preventiva que es recullen en l'Art. 15 de la llei de Prevenció de Riscos Laborals, i en particular:
    a. El manteniment de l'obra en bon estat d'ordre i neteja
    b. L'emmagatzematge i evacuació de residus i escombraries.
    c. La recollida de materials perillosos utilitzats.
    d. L'adaptació del període de temps efectiu que haurà de dedicar-se als diferents treballs o fases de treball
    e. La cooperació entre tos els que intervenen en l'obra
    f. Les interaccions o incompatibilitats amb qualsevol altre treball o activitat
2. Complir les disposicions mínimes establertes en l'Annex IV del RD 1627/97
3. Ajustar la seva actuació conforme als deures sobre coordinació de les activitats empresarials previstes en l'Art. 24 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals, participant, en particular, en qualsevol mesura d'actuació coordinada que s'hagués establert.
4. Complir les obligacions establertes pels treballadors en l'Art. 29, apartats 1 i 2 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals.
5. Utilitzar equips de treball que s'ajustin al que disposa el Reial Decret 1215/97.

6. Elegir i utilitzar equips e protecció individual en els termes previstos en el RD 773/97.
7. Atenir-se a les indicacions i complir les instruccions del Coordinador en matèria de seguretat i salut.

Els treballadors autònoms hauran de complir el que està establert en el Pla de Seguretat i Salut.

Llibre d'incidències

A dada centre de treball hi haurà, amb la finalitat de fer contol i seguiment del Pla de Seguretat i Salut, un Llibre d'Incidències que constarà de fulles per duplicat i que serà facilitat pel Col·legi professional al que pertanyi el tècnic que hagi aprovat el Pla de Seguretat i Salut.

Haurà de mantenir-se sempre a l'obra i en poder del coodinador. Tindran accés als Llibres, la Direcció Facultativa, els contractistes i subcontractistes, els treballadors autònoms, les persones amb responsabilitats en matèria de prevenció de les empreses que intervenen, els representants dels treballadors, i els tècnics especialitzats de les Administracions Públiques competents en aquesta matèria, que hi podran fer les anotacions pertinents.

(Només es podran fer anotacions en el Llibre d'incidències relacionades amb el compliment del Pla.

Efectuada una anotació en el Llibre d'Incidències, el coordinador estarà obligat a remetre, en el termini de 24 hores un còpia a la Inspecció de treball i Seguretat social de la província on es realitza l'obra. Igualment, notificarà aquestes anotacions al contractista i als representants dels treballadors.

Paralització dels treballs
Quan el Coordinador durant l'execució de les obres, observés incompliment de les mesures de seguretat i salut, avisarà al contractista i deixarà constància d'aquest incompliment en el llibre d'Incidències, quedant facultat en circumstàncies de risc greu i imminent per la seguretat i salut dels treballadors, disposar la paralització de treballs o, si ve al cas, de la totalitat de l'obra.

Donarà compte d'aquest fet, als efectes oportuns, a la Inspecció de Treball i Seguretat Social de la província on es realitza l'obra, Igualment notificarà al contractista, i en el seu cas als subcontractistes i/o autònoms afectats de la paralització i als representants dels treballadors.

Drets dels treballadors

Els contractistes i subcontractistes hauran de garantir que els treballadors reben una informació adequada i comprensible de totes les mesures que hagin d'adaptar-se pel que fa referència a la seva seguretat i salut en l'obra.

Una còpia del Pla de Seguretat i Salut i de les seves possibles modificacions, als efectes de seu coneixement i seguiment, serà facilitada pel contractista als representants dels treballadors en el centre de treball.

CAPÍTOL SETÈ: LEGISLACIÓ AFECTADA

- Llei 31/95 de 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals
- RD 485/97 de 14 d'abril, sobre Disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball.
- RD 486/97 de 14 d'abril, sobre seguretat i salut en els llocs de treball
- Llei 32/2006, de 18 d'octubre, reguladora de la subcontractació en el sector de la construcció
- Reial decret 1109/2007, de 24 d'agost, pel qual es desplega la Llei 32/2006, de 18 d'octubre, reguladora de la subcontractació en el sector de la construcció
- Ordre, de 12 de gener de 1998, per la qual s'aprova el model de Llibre d'incidències en obres de construcció
- RD 487/97 de 14 d'abril sobre manipulació de càrregues
- RD 39/97 de 17 de gener, Reglament dels serveis de prevenció

- RD 1215/97 de 18 de juliol, sobre Disposicions mínimes de seguretat i salut per la utilització pels treballadors dels equips de treball.
- RD 1627/97 de 24 d'octubre pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció
- RD 2177/2004, de 12 de novembre, pel qual es modifica el RD 1215/1997, de 18 de juliol, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut per la utilització pels treballadors dels equips de treball en matèria de treballs temporals en altura.
- Guia Tècnica per l'avaluació i prevenció dels riscos relatius a la utilització d'equips de treball, editat pel Ministeri de treball i immigració i l'INSHT (Institut Nacional de Seguretat i Higiene al Treball), en la segona edició del novembre del 2011.
- Guia Tècnica d'aplicació del REBT, en la seva edició de novembre de 2017, publicada pel Ministeri d'Economia, Indústria i Competitivitat.
- RD 842/2002, de 2 d'agost. Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT) i Instruccions Tècniques Complementàries (ITC).

plànols

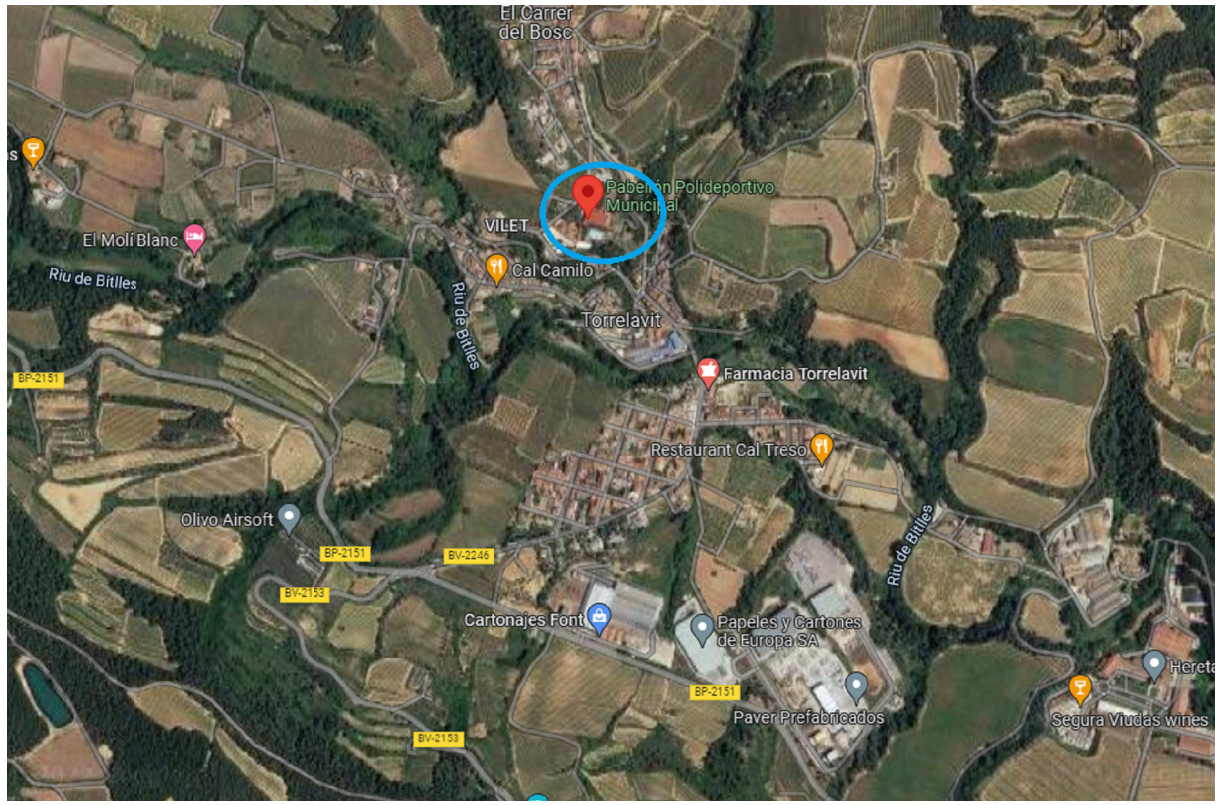
Nom dels plànols

1. SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT
2. DISTRIBUCIÓ DELS MÒDULS A COBERTA
3. DISTRIBUCIÓ DELS MINI-RAILS
4. CONNEXIONAT STRINGS I SAFATA
5. PLANTA BAIXA. UBICACIÓ D'EQUIPS
6. TRAÇAT DEL PUNTS DE CONNEXIÓ
7. DETALL DEL PUNT DE CONNEXIÓ
8. ESQUEMA ELECTRIC UNIFILAR
9. ESQUEMA REPRESENTATIU ELECTRIC





Simulació a escala real amb el software SOLAREDGE DESIGN



Num mòduls	204
Potència pic	100,98 kW
Potència nominal	100,00 kW
Azimut	18º SO
Muntatge	COPLANAR 9º

N
O E
S

Firmado digitalmente por JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y
Fecha: 2022.06.09 16:51:24 +02'00'

JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y

PROJECTE TÈCNIC

Instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa de distribució per autoconsum col·lectiu

Pavelló poliesportiu de Torrelavit

TITULAR:
AJUNTAMENT DE TORRELAVIT

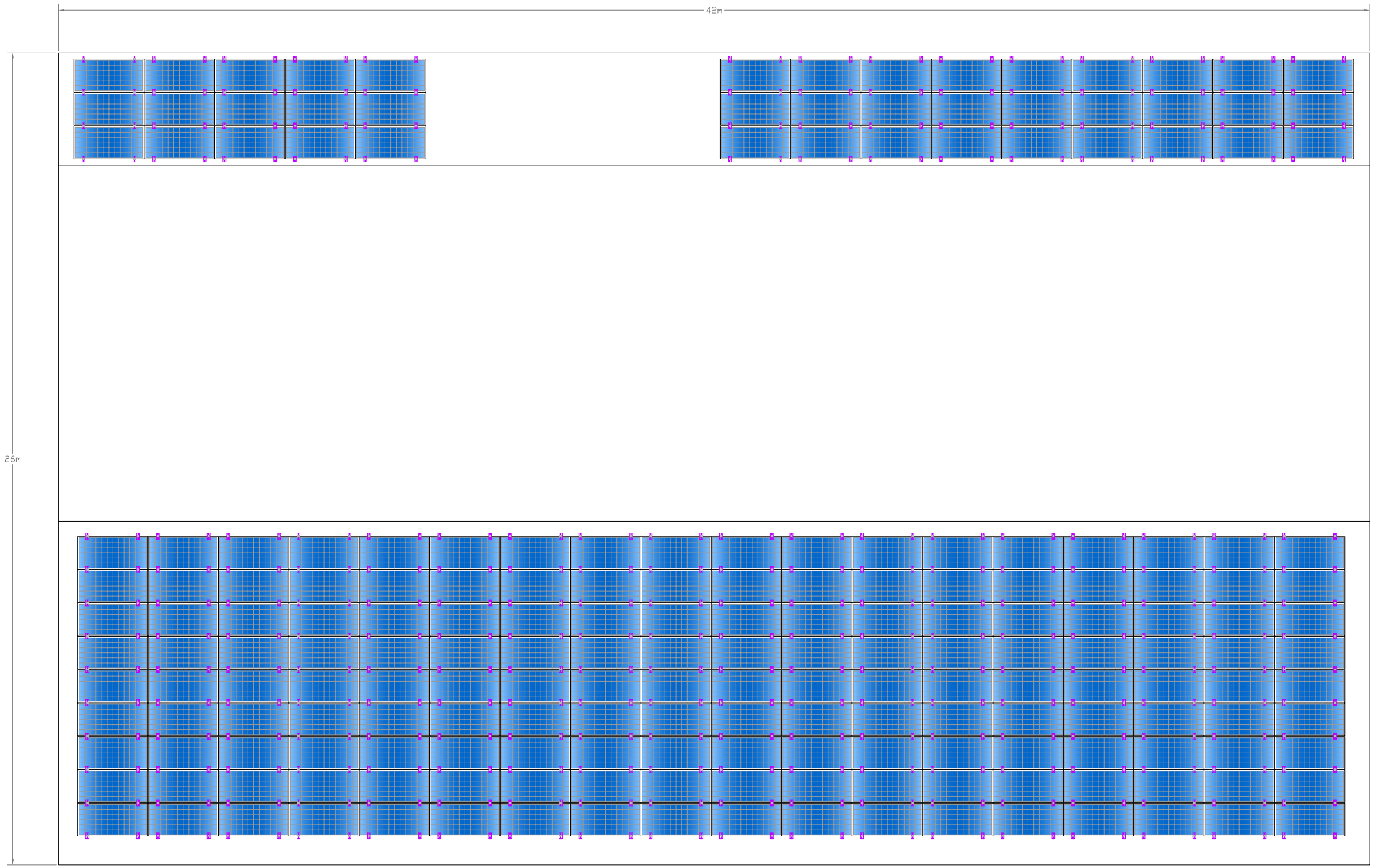
SITUACIÓ:
C/ DE LES ESCOLES, 3
TORRELAVIT

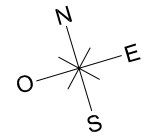
NOM DEL PLANOL:
SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT

tesling
CONSULTORIA ENERGÈTICA
www.tesling.com

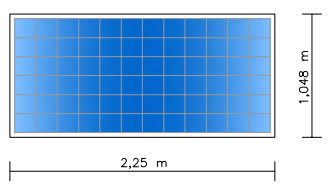
L'Enginyer Tècnic Industrial

Joan Ramirez Guasch
Nº col. 19557





Dimensions del mòdul
Model: Canadian solar 495Wp



PROJECTE TÈCNIC

Instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa de distribució per autoconsum col·lectiu

Pavelló poliesportiu de Torrelavit

TITULAR:
AJUNTAMENT DE TORRELAVIT

SITUACIÓ:
C/ DE LES ESCOLES, 3
TORRELAVIT

NOM DEL PLANOL:
DISTRIBUCIÓ DE MÒDULS A COBERTA

ESCALA 1:150 - A3

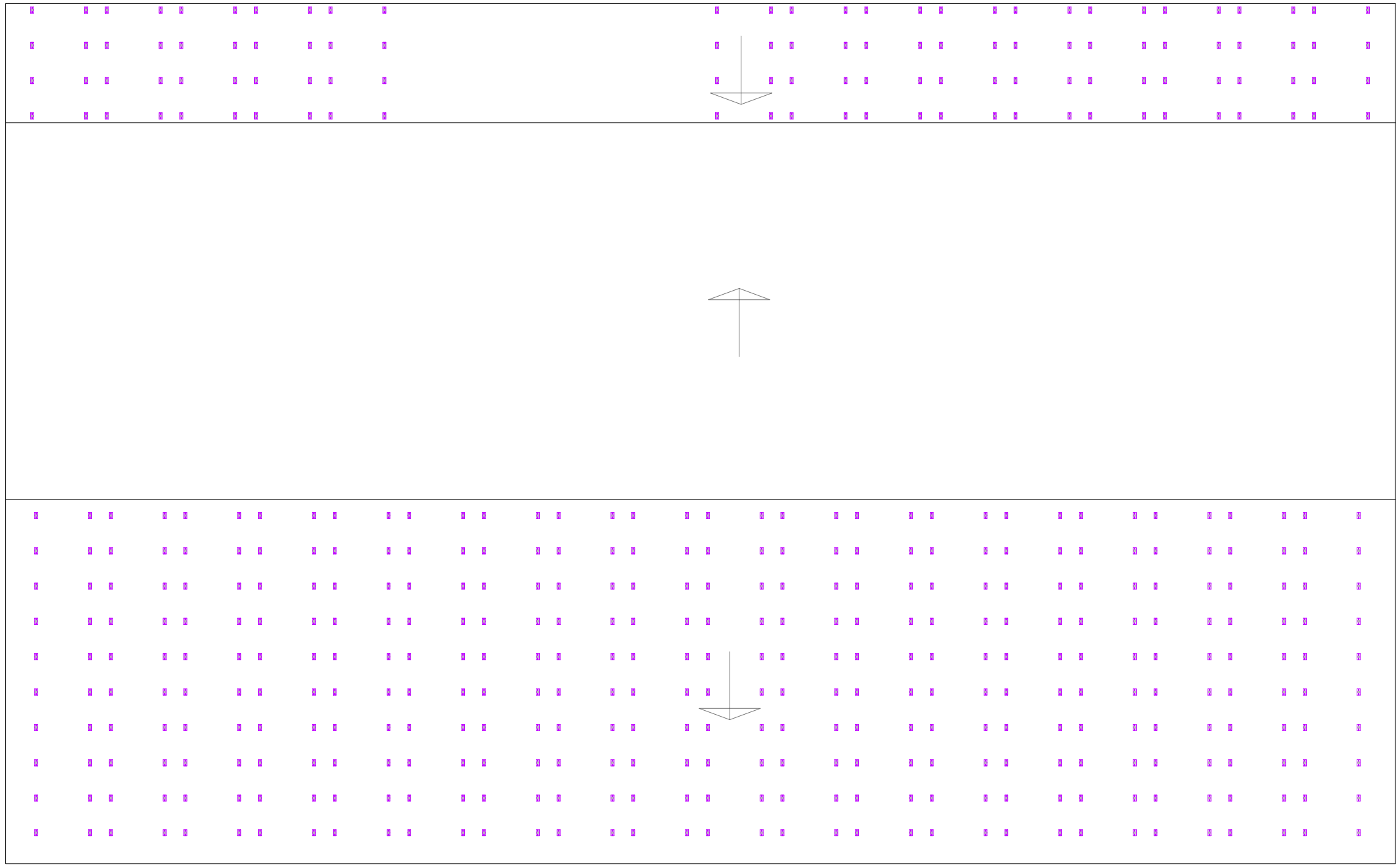
tesling
CONSULTORIA ENERGÈTICA
www.tesling.com

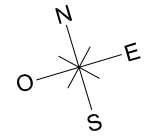
L'Enginyer Tècnic Industrial

Firmado digitalmente por JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y
Fecha: 2022.06.09 16:52:33 +02'00'

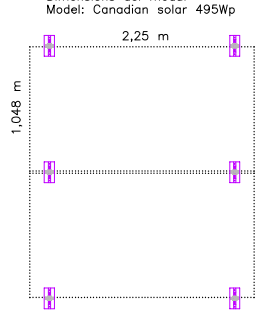
JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y

Joan Ramirez Guasch
Nº col. 19557

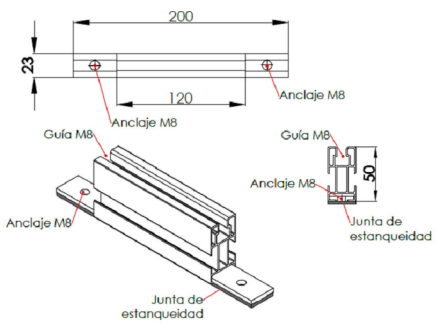


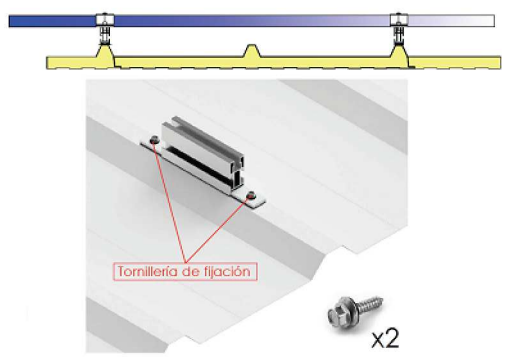


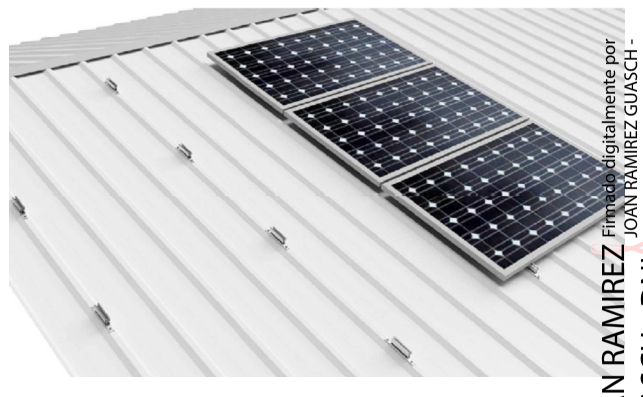
Dimensions del mòdul
Model: Canadian solar 495Wp



suport coplanar microrail fixació a xapa per coberta sandwich con autorroscants







JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y

Firmado digitalmente por JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y
Fecha: 2022.06.09 16:53:17 +02'00'

PROJECTE TÈCNIC

Instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa de distribució per autoconsum col·lectiu

Pavelló poliesportiu de Torrelavit

TITULAR:
AJUNTAMENT DE TORRELAVIT

SITUACIÓ:
C/ DE LES ESCOLES, 3
TORRELAVIT

NOM DEL PLANOL:
DISTRIBUCIÓ DELS MINI-RAILS

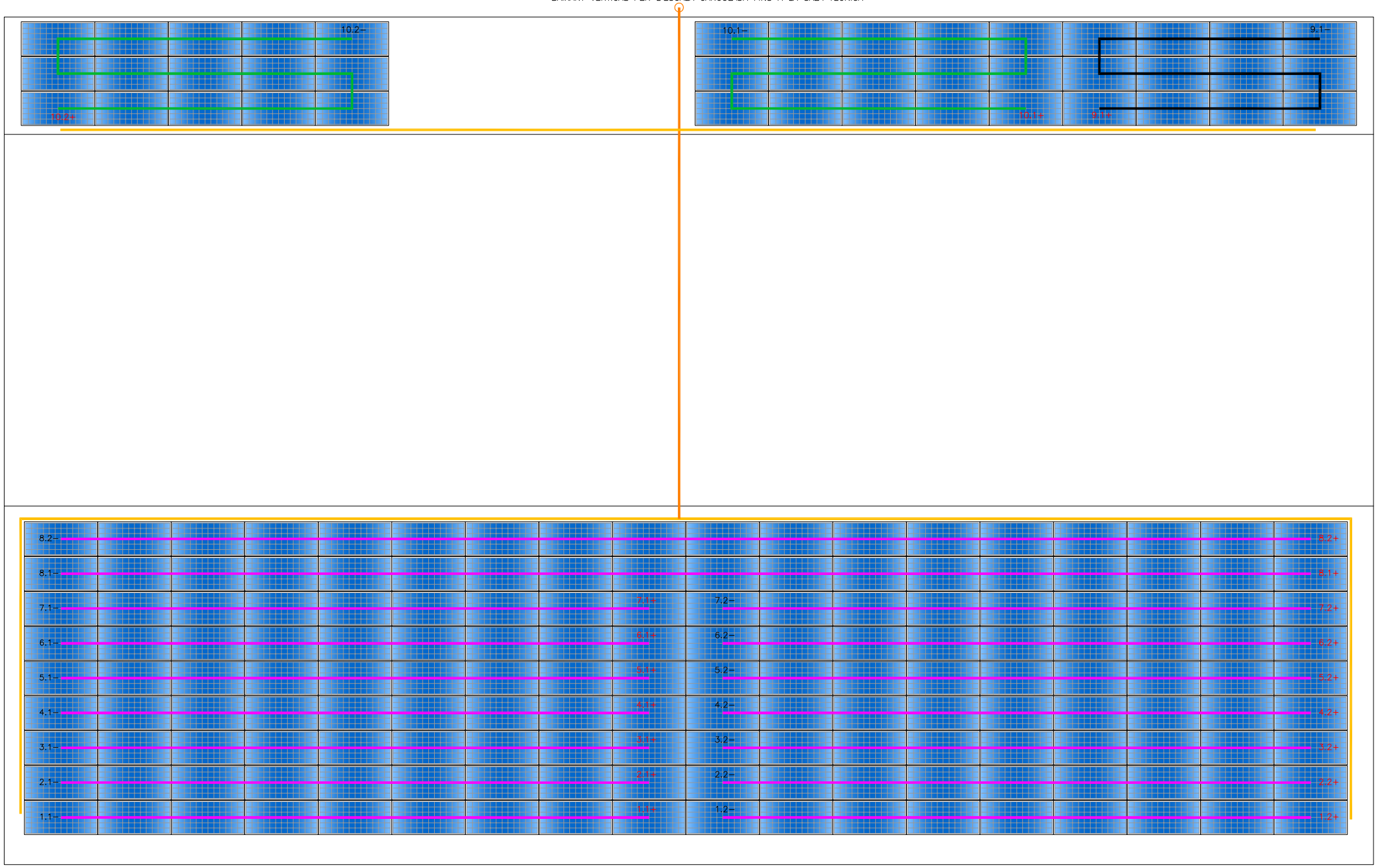
ESCALA 1:150 - A3

tesling
CONSULTORIA ENERGÈTICA
www.tesling.com

L'Enginyer Tècnic Industrial

Joan Ramirez Guasch
Nº col. 19557

BAIXANT VERTICAL PER L'ESCALA CARGOLADA FINS A LA SALA TÈCNICA



STRINGS

SAFATA PERFORADA METàL·LICA AMB TAPA DE 60x60, FIXADA A LA XAPA
- CANALITZACIÓ DELS STRINGS (6mm2)
- CONDUCTOR DE TERRA DE 16mm2 PER TOTA LA SAFATA I CONNEXIÓ A CADA FILA AMB LATIGUILLO DE 6mm2

SAFATA PERFORADA METàL·LICA AMB TAPA DE 100x60, FIXADA A LA XAPA, fins a inversor

HUAWEI SUN2000-100KTL		
MPPT 1	STRING 1.1	9 mòduls
	STRING 1.2	9 mòduls
MPPT 2	STRING 2.1	9 mòduls
	STRING 2.2	9 mòduls
MPPT 3	STRING 3.1	9 mòduls
	STRING 3.2	9 mòduls
MPPT 4	STRING 4.1	9 mòduls
	STRING 4.2	9 mòduls
MPPT 5	STRING 5.1	9 mòduls
	STRING 5.2	9 mòduls
MPPT 6	STRING 6.1	9 mòduls
	STRING 6.2	9 mòduls
MPPT 7	STRING 7.1	9 mòduls
	STRING 7.2	9 mòduls
MPPT 8	STRING 8.1	18 mòduls
	STRING 8.2	18 mòduls
MPPT 9	STRING 9.1	12 mòduls
	STRING 9.2	-
MPPT 10	STRING 10.1	15 mòduls
	STRING 10.2	15 mòduls
TOTAL		204 mòduls

PROJECTE TÈCNIC

Instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa de distribució per autoconsum col·lectiu

Pavelló poliesportiu de Torrelavit

TITULAR:
AJUNTAMENT DE TORRELAVIT

SITUACIÓ:
C/ DE LES ESCOLES, 3
TORRELAVIT

NOM DEL PLANOL:
CONNEXIONAT STRINGS I SAFATA

ESCALA 1:150 - A3

tesling
CONSULTORIA ENERGÈTICA
www.tesling.com

JOAN RAMIREZ GUASCH - 47768177Y
Firmado digitalmente por JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y
Fecha: 2022.06.09 16:53:49 +02'00'

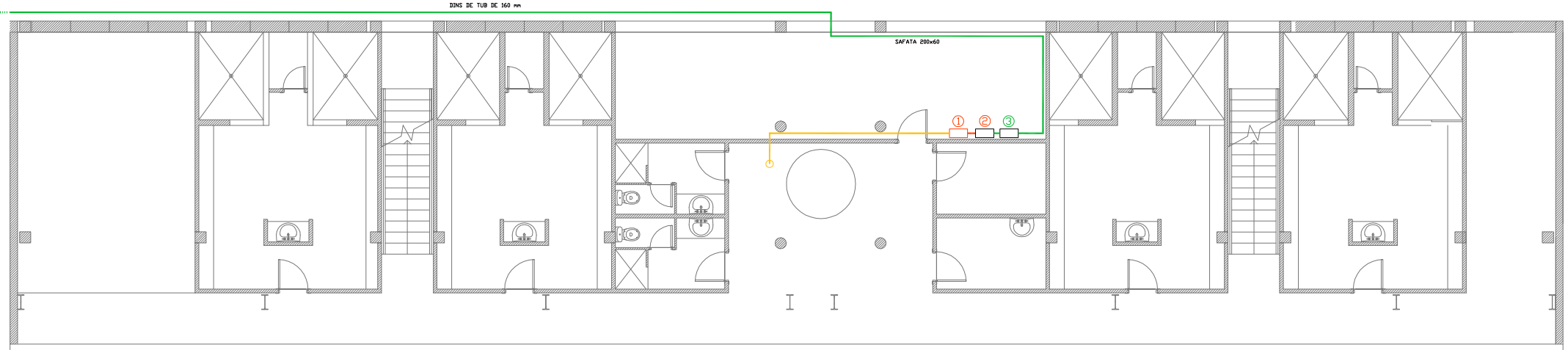
L'Enginyer Tècnic Industrial

Joan Ramirez Guasch
Nº col. 19557

A CONNECTAR AL COMPTADOR DE GENERACIÓ TMF10
DIRECTE A LA XARXA DE DISTRIBUCIÓ

④

DINS DE TUB DE 160 mm



BAIXANT DELS STRINGS i TT DES DE LA COBERTA AMB SAFATA 100x60
19 STRINGS DE 6mm²+TT 16mm²

① QUADRE DC DE PROTECCIONS STRINGS
- FUSIBLES 15A DE 1000V$_{DC}$
- SOBRETENSIONS PV40-1000, tipus 2

② INVERSOR huawei 100 kW

③ QUADRE PROTECCIONS AC
- MAGNETOTERMIC 200A
- RELE DIFERENCIAL 300mA, tipus A

LINIA AC: SORTIDA D'INVERSOR FINS A TMF10 (COMPTADOR DE GENERACIÓ)
4x95 mm² SOTA EN TUB □ SAFATA

④ PROPOSTA DE PUNT DE CONNEXIÓ A LA XARXA DE DISTRIBUCIÓ
PEL COMPTADOR DE GENERACIÓ TMF10 DIRECTE A LA XARXA DE DISTRIBUCIÓ

PROJECTE TÈCNIC

Instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa de distribució per autoconsum col·lectiu

Pavelló poliesportiu de Torrelavit

TITULAR:
AJUNTAMENT DE TORRELAVIT

SITUACIÓ:
C/ DE LES ESCOLES, 3
TORRELAVIT

NOM DEL PLANOL:
PLANTA BAIXA. UBICACIÓ EQUIPS

ESCALA 1:150 - A3

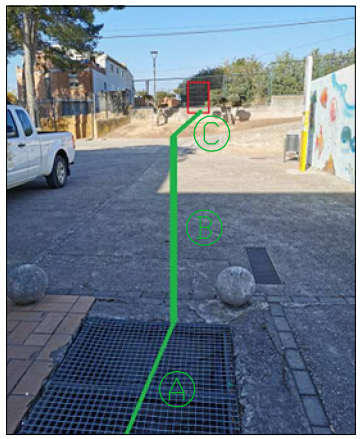
tesling
CONSULTORIA ENERGÈTICA
www.tesling.com

L'Enginyer Tècnic Industrial

Joan Ramirez Guasch
Nº col. 19557

Firmado digitalmente por JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y
Fecha: 2022.06.09 16:54:23 +02'00'

JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y



Fotografia del traçat

TRAÇAT DEL CONDUCTOR DE SORTIDA D'INVERSOR FINS TMF10

- (1) EN SAFATA PERFORADA DE 200x60 PER LA PARET DE
- (A) DINS DE TUB 160 mm DINS DE LA REIXA, GRAPAT EN UN LATERAL
- (B) FER RASA EN PAVIMENT ASFALTAT PER ENTERRAR EL TUB DE 160 mm
- (C) FER RASA EN TERRENY PER ENTERRAR EL TUB DE 160 mm

BAIXANT DELS STRINGS I TT DES DE LA COBERTA AMB SAFATA
19 STRINGS DE 6mm²+TT 16mm²

(1) QUADRE DC DE PROTECCIONS STRINGS
- FUSIBLES 15A DE 1000Vdc
- SOBRETENSIONS PV40-1000, tipus 2

(2) INVERSOR huawei 100 kW

(3) QUADRE PROTECCIONS AC
- MAGNETOTERMIC 200A
- RELE DIFERENCIAL 300mA, tipus A

LINIA AC: SORTIDA D'INVERSOR FINS A TMF10 (COMPTADOR DE GENERACIÓ)
4x95 mm²

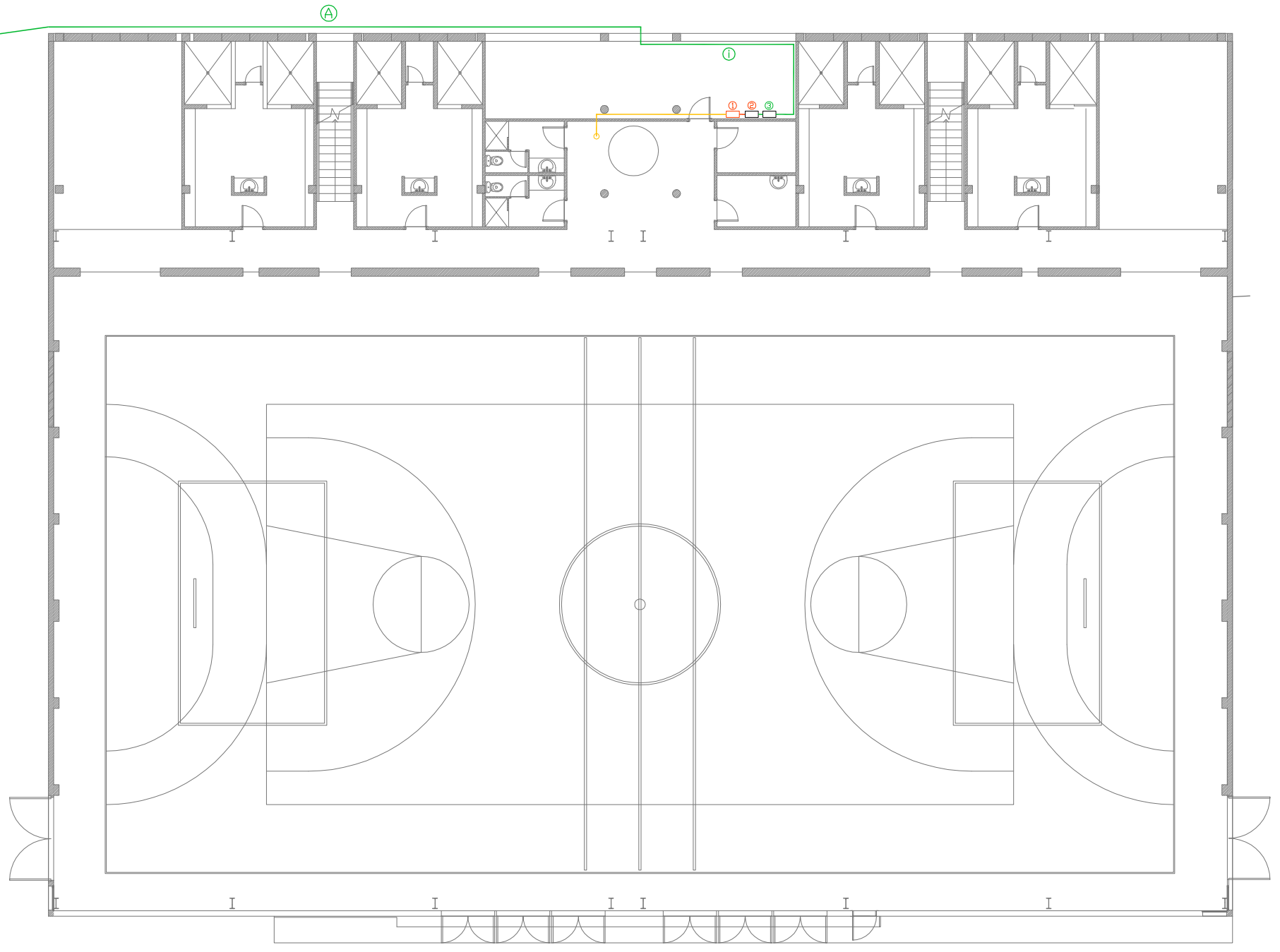
(4) PROPOSTA DE PUNT DE CONNEXIÓ A LA XARXA DE DISTRIBUCIÓ
PEL COMPTADOR DE GENERACIÓ TMF10 DIRECTE A LA XARXA DE DISTRIBUCIÓ

ACCES 24h DESDE VIA PÚBLICA
PER EMPRESA DISTRIBUIDORA

COMPTADOR DE GENERACIÓ A INSTAL·LAR A CONNECTAR A LA XARXA DE DISTRIBUCIÓ	CS+CGP TMF10

PROPOSTA DE PUNT DE CONNEXIÓ DIRECTAMENT A LA XARXA DE DISTRIBUCIÓ PER TAL DE REALITZAR UN AUTOCONSUM COL·LECTIU A TRAVÉS DE LA XARXA

FOTOGRAFIA DE L'ARMARI DE FORMIGÓ PREFABRICAT AMB CS+CGP+TMF10 (SEGONS VADEMECUM)



PROJECTE TÈCNIC

Instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa de distribució per autoconsum col·lectiu

Pavelló poliesportiu de Torrelavit

TITULAR:
AJUNTAMENT DE TORRELAVIT

SITUACIÓ:
C/ DE LES ESCOLES, 3
TORRELAVIT

NOM DEL PLANOL:
TRAÇAT DEL PUNT DE CONNEXIÓ

ESCALA 1:200 - A3

tesling
CONSULTORIA ENERGÈTICA
www.tesling.com

L'Enginyer Tècnic Industrial

Firmado digitalmente por JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y
Fecha: 2022.06.09 16:54:52 +02'00'

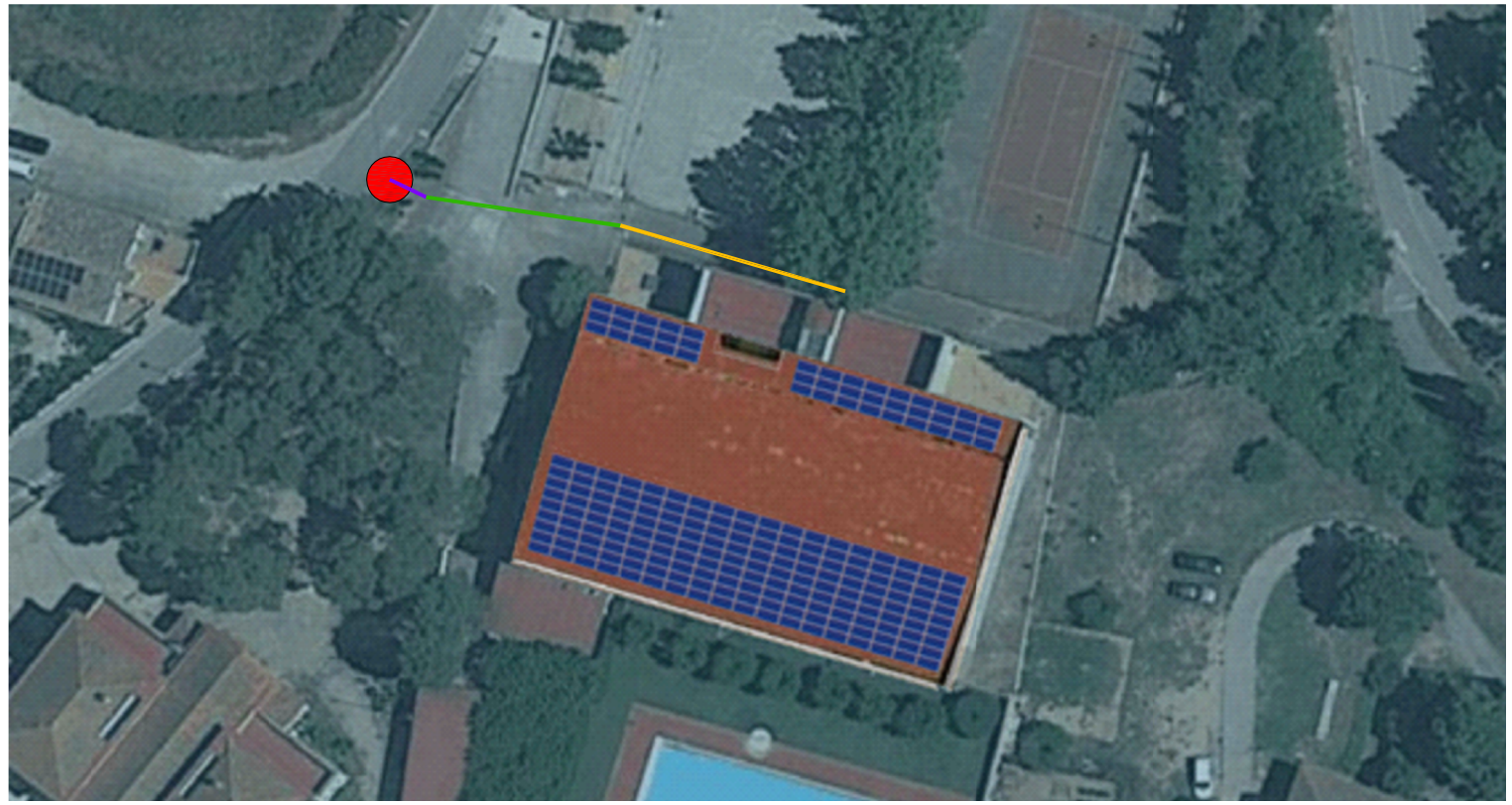
JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y

Joan Ramírez Guasch
Nº col. 19557

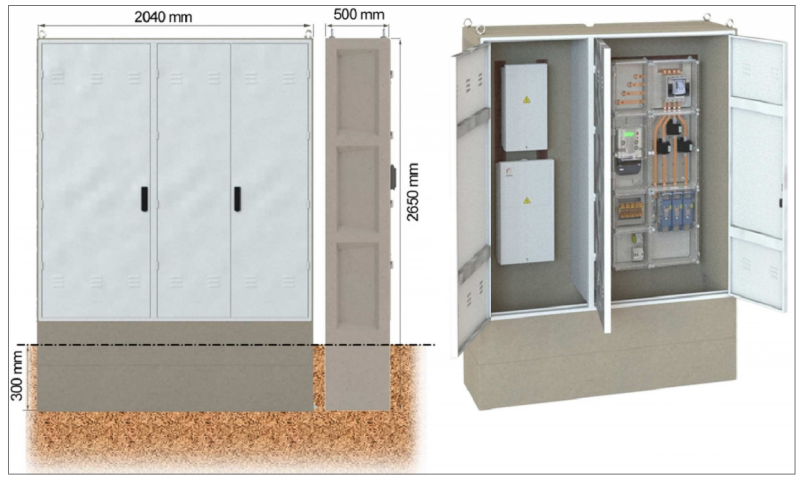


COMPTADOR DE GENERACIÓ A INSTAL.LAR A CONNECTAR A LA XARXA DE DISTRIBUCIÓ	CS+CGP TMF10

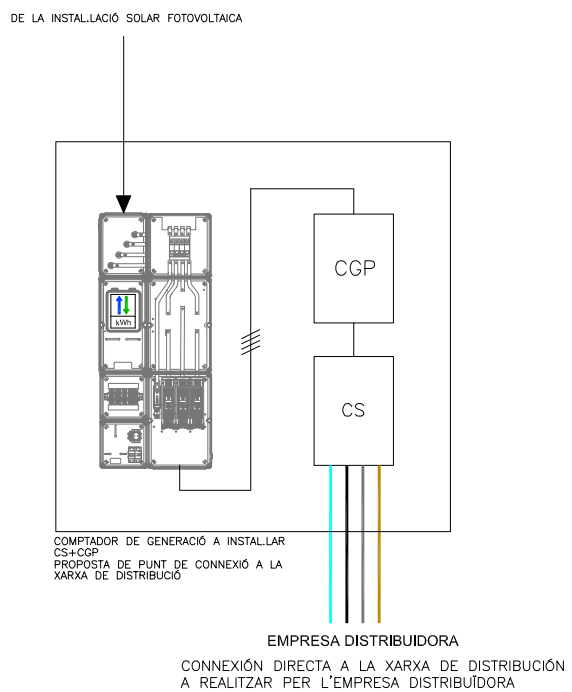
PROPOSTA DE PUNT DE CONNEXIÓ DIRECTAMENT A LA XARXA DE DISTRIBUCIÓ PER TAL DE REALITZAR UN AUTOCONSUM COL.LECTIU A TRAVÉS DE LA XARXA



IMATGE DEL TRAÇAT DE LA CANALITZACIÓ DES DE LA SALA TÈCNICA FINS AL TMF10



FOTOGRAFIA DE L'ARMARI DE FORMIGÓ PREFABRICAT AMB CS+CGP+TMF10 (SEGONS VADEMECUM)



TRAÇAT ENTUBAT SOTA REJILLA EXISTENT
FER RASA ENTERRADA EN PAVIMENT DE FORMIGÓ
FER RASA ENTERRADA EN TERRAPLE DE TERRA
UBICACIÓ DEL TMF10 A CONSTRUIR

PROJECTE TÈCNIC

Instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa de distribució per autoconsum col·lectiu

Pavelló poliesportiu de Torrelavit

TITULAR:
AJUNTAMENT DE TORRELAVIT

SITUACIÓ:
C/ DE LES ESCOLES, 3
TORRELAVIT

NOM DEL PLANOL:
DETALL DEL PUNT DE CONNEXIÓ

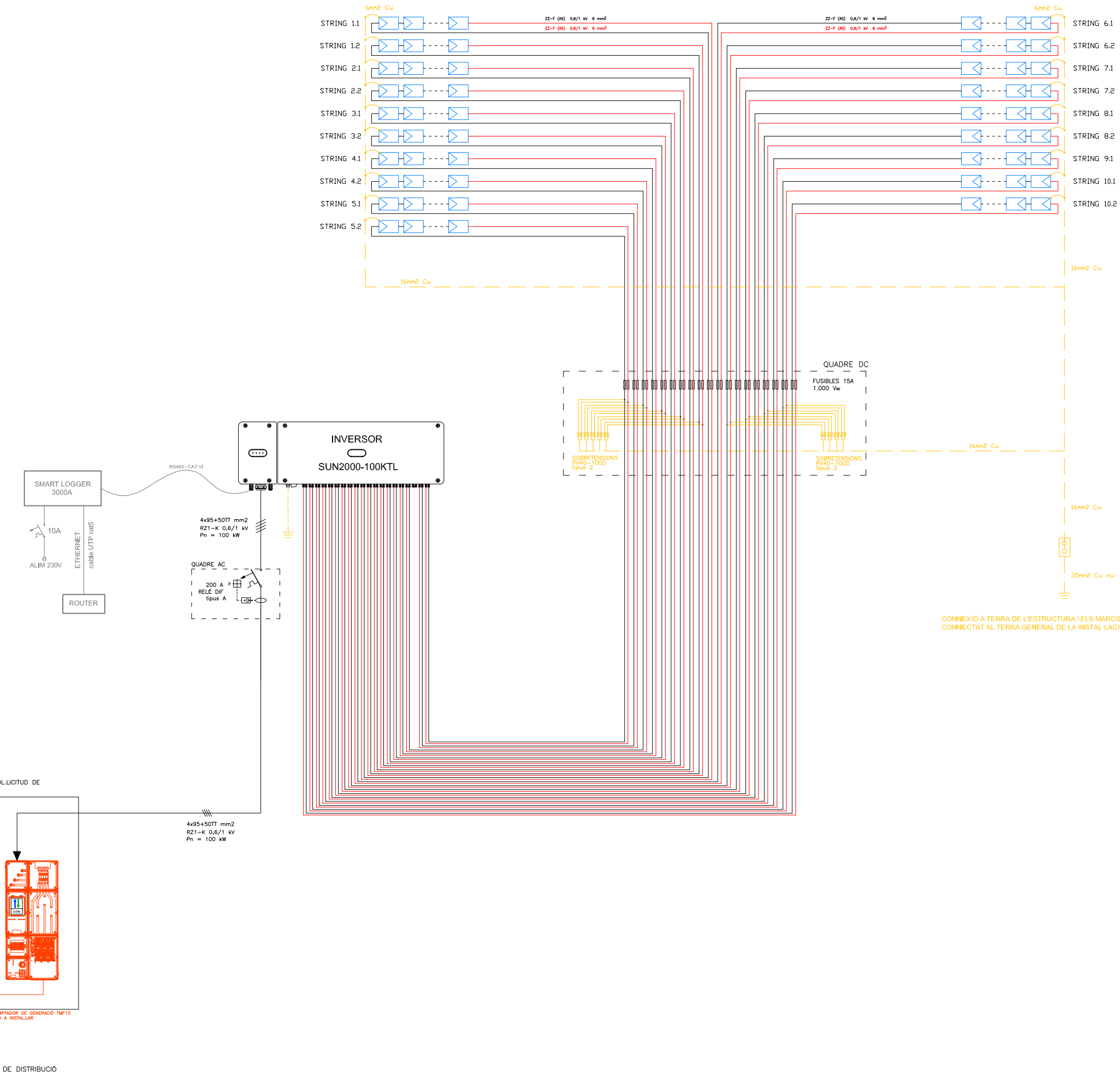
ESCALA S/E

tesling
CONSULTORIA ENERGÈTICA
www.tesling.com

L'Enginyer Tècnic Industrial

Firmado digitalmente por JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y
Fecha: 2022.06.09 16:55:20 +02'00'
JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y

Joan Ramirez Guasch
Nº col. 19557



HUAWEI SUN2000-100KTL		
MPPT 1	STRING 1.1	9 mòduls
	STRING 1.2	9 mòduls
MPPT 2	STRING 2.1	9 mòduls
	STRING 2.2	9 mòduls
MPPT 3	STRING 3.1	9 mòduls
	STRING 3.2	9 mòduls
MPPT 4	STRING 4.1	9 mòduls
	STRING 4.2	9 mòduls
MPPT 5	STRING 5.1	9 mòduls
	STRING 5.2	9 mòduls
MPPT 6	STRING 6.1	9 mòduls
	STRING 6.2	9 mòduls
MPPT 7	STRING 7.1	9 mòduls
	STRING 7.2	9 mòduls
MPPT 8	STRING 8.1	18 mòduls
	STRING 8.2	18 mòduls
MPPT 9	STRING 9.1	12 mòduls
	STRING 9.2	-
MPPT 10	STRING 10.1	15 mòduls
	STRING 10.2	15 mòduls
TOTAL		204 mòduls

CONNEXIÓ A TERRA DE L'ESTRUCTURA I ELS MARCS DELS MÒDULS I SOBRETENSIONS DC
CONNECTAT AL TERRA GENERAL DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA DE L'EDIFICI

PROJECTE TÈCNIC

Instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa de distribució per autoconsum col·lectiu

Pavelló poliesportiu de Torrelavit

TITULAR:
AJUNTAMENT DE TORRELAVIT

SITUACIÓ:
C/ DE LES ESCOLES, 3
TORRELAVIT

NOM DEL PLANOL:
ESQUEMA ELECTRIC

ESCALA S/E

tesling
CONSULTORIA ENERGÈTICA
www.tesling.com

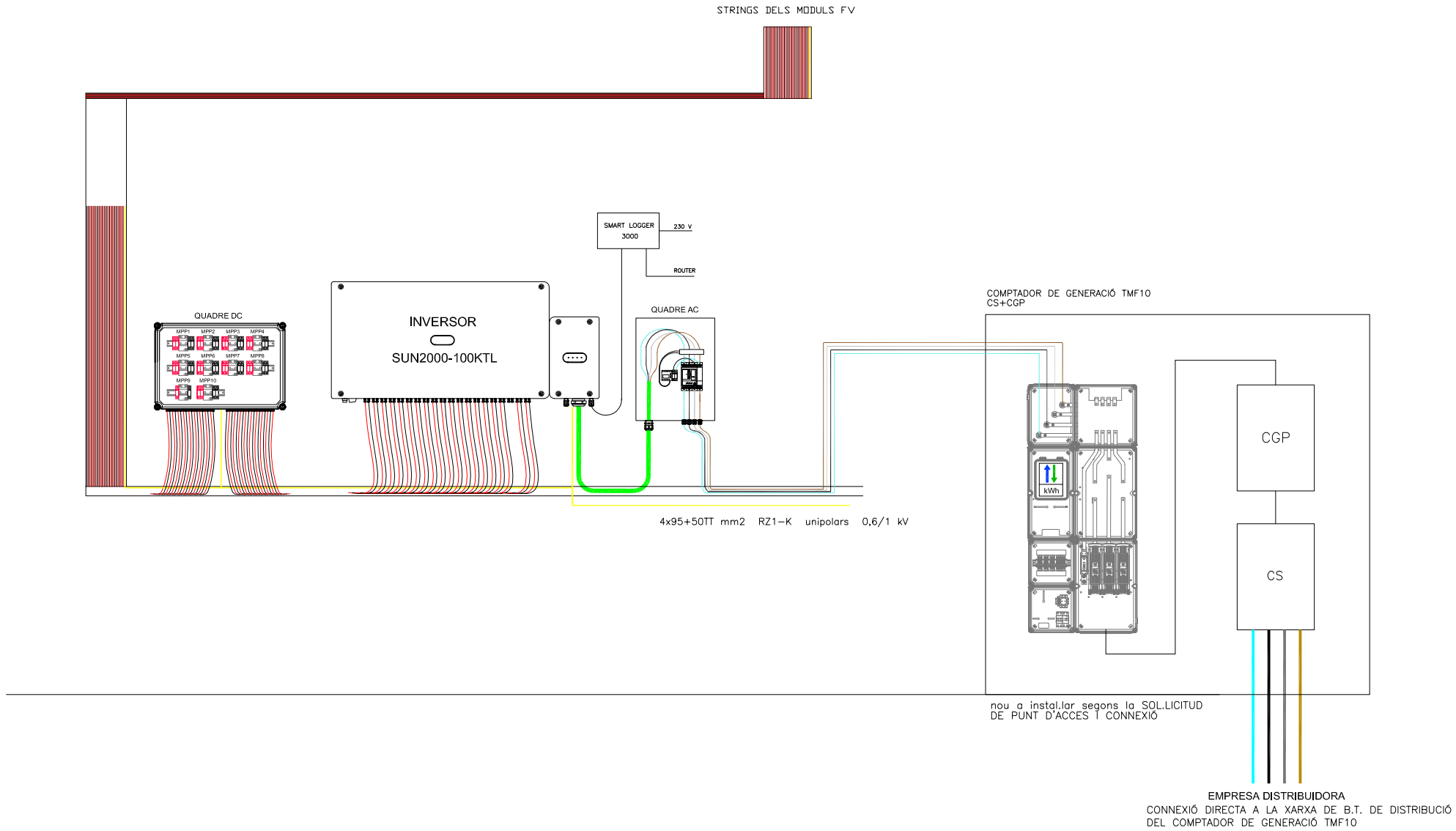
L'Enginyer Tècnic Industrial

Firmado digitalmente por JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y
Fecha: 2022.06.09 16:55:48 +02'00'

JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y

Joan Ramirez Guasch
Nº col. 19557

ESQUEMA REPRESENTATIU NOMÉS A NIVELL ORIENTATIU



QUADRE DE STRINGS: PROTECCIONS DC
- FUSIBLES 15A DE 1000Vdc
- SOBRETENSIONS PV40-1000, tipus 2

INVERSOR huawei 100 kW

QUADRE PROTECCIONS AC
- MAGNETOTERMIC 200A
- RELE DIFERENCIAL 300mA, tipus A

PROJECTE TÈCNIC

Instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa de distribució per autoconsum col·lectiu

Pavelló poliesportiu de Torrelavit

TITULAR:
AJUNTAMENT DE TORRELAVIT

SITUACIÓ:
C/ DE LES ESCOLES, 3
TORRELAVIT

NOM DEL PLANOL:
ESQUEMA REPRESENTATIU ELECTRIC

ESCALA S/E

tesling
CONSULTORIA ENERGÈTICA
www.tesling.com

L'Enginyer Tècnic Industrial

Joan Ramirez Guasch
Nº col. 19557

Firmado digitalmente por JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y
Fecha: 2022.06.09 16:56:17 +02'00'
JOAN RAMIREZ GUASCH - DNI 47768177Y

Pressupost de la instal·lació

Descripció	*Unitat*	*Preu un [€]*	*Quantitat*	*Preu total [€]*

C01 CAPÍTOL 01. INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA

C01.01 Capítol 01.01. Camp de captació i generació

Unitat	Preu un [€]	Quantitat	Preu total [€]
Subministrament del mòdul solar fotovoltaic *Canadian-Solar-HiKuPro_CS3Y-MS_495W* monocristal·lí PERC, potència pic de 495 Wp, amb marc d'alumini, protecció amb vidre templat, caixa de connexió precablejat amb connectors MC4, 3 diodes de by-pass, amb una eficiència del 20%, o equivalent.	u	216,00	204	44.064,00
Subministrament i muntatge d'inversor de string trifàsic HUAWEI SUN2000-100KTL o equivalent, amb una potència nominal de 100 kW, amb 10 MPPT, rendiment de 98% i grau de protecció IP-65	u	6.640,00	1	6.640,00
Subministrament i muntatge de l'estructura 06H de mini-rails Sunfer sobre les greques de la coberta de xapa, amb junta d'estanqueïtat i cargoleria rosca-xapa d'acer inoxidable i muntatge dels mòduls FV sobre l'estructura amb connexió a terra	u	8.010,00	1	8.010,00
Total capítol 01.01				**58.714,00**

C01.02 Capítol 01.02. Cablejat i canalitzacions

Unitat	Preu un [€]	Quantitat	Preu total [€]
Subministrament i muntatge (inclou estesa de cable, connexionat i proves) de cable elèctric unipolar especial per a instal·lacions fotovoltaiques tipus ZZ-F/H1Z272-K/PV1-F, de tensió nominal 0,6/1 kV, tensió màxima en corrent continu 1,8 kV, amb conductor de coure recuit, flexible (classe 5) de 1x6 mm^2 de secció, aïllament i coberta d'elastòmer reticulat, de tipus EI6, reacció al foc classe Eca, aïllament classe II amb baixa emissió de fums, resistent a la intempèrie, amb certificació TÜV, garantit per 30 anys	m	1,65	2.640	4.356,00
Subministrament i muntatge de cable elèctric unipolar, tipus RZ1-K (AS), tensió nominal 0,6/1 kV d'alta seguretat en cas d'incendi (AS), reacció al foc Cca-s1b,d1,a1, amb conductor de coure recuit, flexible (classe 5), de 1x95 mm^2 de secció, aïllament de polietilè reticulat (XLPE), amb coberta de poliolefina termoplàstica. Anirà sobre safata perforada.	m	33,81	240	8.114,40
Subministrament i muntatge de safata perforada de doble varilla rejiband 60x60 mm amb accessoris o equivalent, d'acer galvanitzat en calent, muntada sobre la greca de la coberta sandwich per distribuir els strings, amb tapa protectora.	m	16,57	96	1.590,72
Subministrament i muntatge de safata perforada de doble varilla rejiband 100x60 mm amb accessoris o equivalent, d'acer galvanitzat en calent, muntada sobre la greca de la coberta sandwich per distribuir els strings, amb tapa protectora.	m	18,52	40	740,80
Subministrament i muntatge de safata perforada de doble varilla 200x60 mm amb accessoris o equivalent, d'acer galvanitzat en calent, muntada sobre paret amb accessoris tipus L per la sortida AC dins de la sala tècnica.	m	25,70	9	231,30
Tub flexible coarrugat de polietilè, de doble capa, llisa la interior i coarrugada l'exterior, de 160 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, resistència a l'impacte de 40 J, resistència a compressió de 450 N, muntat com a canalització enterrada	m	3,92	45	176,40
Tall de paviments amb disc de diamant.	m	6,46	18	116,28
Demolició de paviment existent de mescla bituminosa amb compressor i diposició al terraple per omplir la falta de terra	m^2	26,06	7,2	187,63
Excavació de rasa de 40 cm d'ample sense presència de serveis de 80 cm de fondària, realitzada amb retroexcavadora i amb les terres adequades deixades a la vora per rebliment de la rasa. Inclou recollida i transport a planta autoritzada de gestió de residus per aquells materials que no siguin adequats per rebliment.	m^3	17,30	5,8	99,65
Rebliment i piconatge de rasa de 0,40 m d'amplària amb 10 cm de sauló sense garbellar per a protecció de conduccions, amb tongades de 10 cm com a màxim i base tot-u artificial, amb estesa i piconatge del material al 98% del PM	m^3	12,95	0,72	9,32
Base de formigó HM-20/B/20/I de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat amb transport interior mecànic amb estesa i vibratge manual, de 20 cm per tota l'estesa de rasa per protecció dels tubs	m^3	65,50	1,44	94,32
Repàs i comptactació del terra de la rasa d'amplada 0,4 m amb una comptactació del 95% PM. Acabament amb una capa de pavimentat de formigó per transit rodat puntual.	m^2	15,37	7,2	110,66
Muntatge de tota la instal·lació de cablejats i de canalitzacions	u	1.920,00	1	1.920,00
Posada a terra				
Subministrament de conductor de terra (PE) de la part fotovoltaica, amb conductor de tensió nominal 0,6/1 kV d'alta seguretat en cas d'incendi (AS), reacció al foc Cca-s1b,d1,a1, amb conductor de coure recuit, flexible (classe 5), de 1x16 mm^2 de secció, aïllament de polietilè reticulat (XLPE), amb coberta de poliolefina termoplàstica	m	4,08	136	554,88
Subministrament de conductor de terra (PE) per l'inversor amb cable elèctric unipolar, tipus RZ1-K (AS), tensió nominal 0,6/1 kV d'alta seguretat en cas d'incendi (AS), reacció al foc Cca-s1b,d1,a1, amb conductor de coure recuit, flexible (classe 5), de 1x50 mm^2 de secció, aïllament de polietilè reticulat (XLPE), amb coberta de poliolefina termoplàstica, a connectar al terra general de l'edifici.	m	21,18	8	169,44
Total capítol 01.02				**18.471,81**

C01.03 Capítol 01.03. Proteccions elèctriques de corrent continu

Unitat	Preu un [€]	Quantitat	Preu total [€]
Subministrament, muntatge i connexionat de caixa de protecció combinada amb sortides múltiples per strings. Caixa de plàstic, de superfície, amb porta transparent, amb graus de protecció IP65 i IK08, aïllament classe II, format per la següent aparamenta:	u	1.550,00	1	1.550,00
- Subministrament de bases portafusibles de 1P d'intensitat màxima 20A	u		38	
- Subministrament de fusible cilíndrics gPV de 15A, unipolars de 1.000 Vdc de 10x38 mm	u		38	
- Subministrament protector combinats contra sobretensions transitòries induïdes per instal·lacions FV tipus 2 (classe 1 per corrent de tipus raig + classe2 per sobretensions transitòries induïdes), tipus PSM3-40/1500 o similalr, segons EN 50539-11, de format desenxufable per carril DIN. Alta capacitat de descàrrega en corba 8/20 µs, nivell de protecció 1,8 kV, intensitat màxima de descàrrega 40 kA, grau de protecció IP20 amb muntatge sobre carril DIN (35 mm) i fixació a carril mitjançant grapes, segons IEC 61643-11	u		10	
Total capítol 01.03				**1.550,00**

C01.04 Capítol 01.04. Proteccions elèctriques de corrent altern

Unitat	Preu un [€]	Quantitat	Preu total [€]
Subministrament i instal·lació de caixa de protecció de AC (quadre de protecció d'alterna de sortida d'inversor) 60x78 cm de superfície i de plàstic amb porta transparent, amb graus de protecció IP65 i IK08, allllament classe 2, per a ubicar un interruptor automàtic de 200 A, poder de tall de 25 kA amb un relé diferencial regulable tipus A.	u	1.800,00	1	1.800,00
Total capítol 01.04				**1.800,00**

C01.05 Capítol 01.05. Monitorització de la instal·lació

Unitat	Preu un [€]	Quantitat	Preu total [€]
Smart logger, amb meter i alimentació ethernet al smart logger O CONNEXIÓ WIFI	u	1.200,00	1	1.200,00
Sistema de gestió de generació FV vs consums associats amb la plataforma SENTINNEL SOALR de NNERGIX	u	900,00	1	900,00
Total capítol 01.05				**2.100,00**

C01.06	Capítol 01.06. Seguretat i salut i gestió de residus		Preu un [€]	Quantitat	Preu total [€]
	Elaboració del Pla de Seguretat Constructor, amb còpia a l'obra, per l'instal·lador i per la propietat. Inclou obertura al centre de treball.	u	250,00	1	250,00
	Gestió dels residus generats	u	340,00	1	340,00
	Partida alçada d'abonament íntegre de Seguretat i Salut	p/a	600,00	1	600,00
	Total capítol 01.06				**1.190,00**

C01.07	Capítol 01.07. Punt d'accés i connexió. Comptador de generació		Preu un [€]	Quantitat	Preu total [€]
	Instal·lació d'un armari prefabricat de formigó per l'ubicació d'una CS+CGP+TMF10 (comptador de generació), segons normativa particular Vademecum de Edistribucion redes digitales SLU.	m	3.900,00	1	3.900,00
	Treballs de connexió del comptador de generació a la xarxa de distribució d'edistribución. Valoració estimada dels possibles treballs de connexió a la xarxa per 100 kW (treballs previstos d'extensió de línia i d'accés de l'empresa distribuïdora, que seran valorats i concretats amb la sol·licitud de punt d'accés i connexió).	u	15.000,00	1	15.000,00
	Total capítol 01.07				**18.900,00**

C01.08	Capítol 01.07. Projecte, legalització i tràmits		Preu un [€]	Quantitat	Preu total [€]
	Projecte de legalització de la instal·lació elèctrica, segons REBT, i certificat final de direcció i obra, inspecció inicial d'un OC (inscripció al RITSIC inlcos). CIE de l'empresa instal·ladora.	u	2.900,00	1	2.900,00
	Total capítol 01.08				**2.900,00**

C01.09	Capítol 01.08. Altres		Preu un [€]	Quantitat	Preu total [€]
	Partida alçada per als possibles requeriments que puguin sorgir durant l'execució de les obres	p/a	3.000,00	1	3.000,00
	Grua	u	450,00	1	450,00
	Transport del material	u	710,00	1	710,00
	Total capítol 01.09				**4.160,00**

PRESSUPOST EXECUCIÓ MATERIAL (PEM)	109.785,81
5% despeses generals sobre PEM	5.489,29
7% benefici industrial sobre PEM	7.685,01
PRESSUPOST ABANS IVA	122.960,10
IVA 21%	25.821,62
PRESSUPOST TOTAL (IVA INCLÒS)	**148.781,73**

pressupost i amidaments

annex

MODEL D'ACORDS DE REPARTIMENT (IDAE)

FITXES TÈCNIQUES DELS EQUIPS

FOTOGRAFIES DE L'EDIFICI

E.5 Modelo 5. Acuerdo sobre criterios de reparto de energía para instalaciones CON excedentes NO acogidas a compensación

ACUERDO DE REPARTO DE ENERGÍA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO
INSTALACIONES CON EXCEDENTES
NO ACOGIDAS A COMPENSACIÓN

En aplicación del Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, los siguientes consumidores acordamos asociarnos a la instalación de **autoconsumo colectivo de energía eléctrica** con las siguientes características:

☐ **CON excedentes**
NO Acogida a compensación

CÓDIGO DE AUTOCONSUMO (CAU)	

(Completar para cada consumidor asociado)

	CONSUMIDOR ASOCIADO (titular del suministro)	**NIF**	**CUPS**	**COEFICIENTE DE REPARTO (β)**
1				
2				
3				

(Si existen varios productores con instalaciones de generación asociadas al autoconsumo con un solo equipo de medida, completar para cada uno de ellos)

	PRODUCTOR ASOCIADO (titular de la instalación de generación)	**NIF**	**CIL**	**COEFICIENTE (α)**
1				
2				

Con la firma del presente acuerdo, los consumidores firmantes acordamos repartirnos la generación eléctrica neta de la instalación de generación en autoconsumo de acuerdo a los coeficientes de reparto (β) indicados, quedando la totalidad de los excedentes de la instalación de generación en autoconsumo a disposición de los productores para su venta a mercado, tal como establece el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril.

021

Les rogamos reciban esta comunicación y procedan a realizar los trámites necesarios.

En _____, a _____ de _____de 20 __.

Los **CONSUMIDORES** asociados:
(Completar para cada consumidor asociado)

CONSUMIDOR ASOCIADO 1: **CONSUMIDOR ASOCIADO 2**: **CONSUMIDOR ASOCIADO 3**:

NIF: NIF: NIF:

Los **PRODUCTORES** asociados:
(Completar para cada productor asociado)

PRODUCTOR ASOCIADO 1: **PRODUCTOR ASOCIADO 2**:

NIF: NIF:

NEW

Preliminary Technical Information Sheet

CanadianSolar



HiKuPro Mono

SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE

475 W ~ 495 W

CS3Y-475|480|485|490|495MS

MORE POWER

- Module power up to 495 W
  Module efficiency up to 21.0 %
- Lower LCOE & BOS cost,
  cost effective product for utility power plant
- Comprehensive LID / LeTID mitigation technology, up to 50% lower degradation
- Compatible with mainstream trackers
- Better shading tolerance

MORE RELIABLE

- Minimizes micro-crack impacts
- Heavy snow load up to 5400 Pa,
  wind load up to 2400 Pa*

25 years linear power output warranty*

12 years enhanced product warranty on materials and workmanship*

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

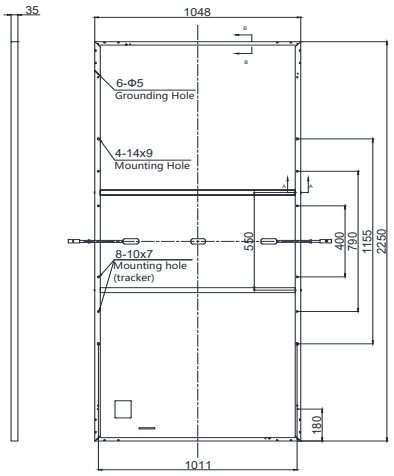
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 40 GW deployed around the world since 2001.

* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

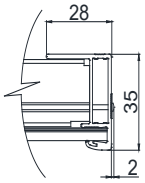
ENGINEERING DRAWING (mm)

Rear View

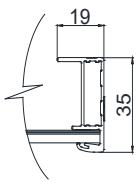


Frame Cross Section

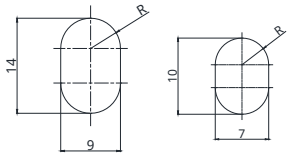
A - A



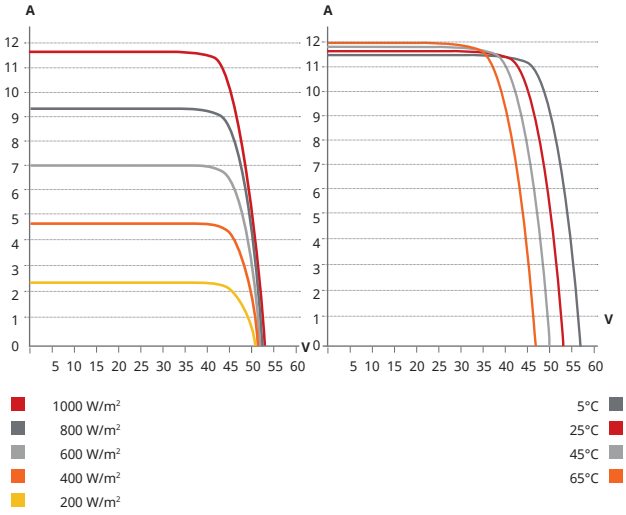
B - B



Mounting Hole



CS3Y-490MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3Y	475MS	480MS	485MS	490MS	495MS
Nominal Max. Power (Pmax)	475 W	480 W	485 W	490 W	495 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	43.8 V	44.0 V	44.2 V	44.4 V	44.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.85 A	10.91 A	10.98 A	11.04 A	11.1 A
Open Circuit Voltage (Voc)	52.5 V	52.7 V	52.9 V	53.1 V	53.3 V
Short Circuit Current (Isc)	11.52 A	11.57 A	11.62 A	11.67 A	11.72 A
Module Efficiency	20.1%	20.4%	20.6%	20.8%	21.0%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C				
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)				
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730) or CLASS C (IEC 61730)				
Max. Series Fuse Rating	20 A				
Application Classification	Class A				
Power Tolerance	0 ~ + 10 W				

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3Y	475MS	480MS	485MS	490MS	495MS
Nominal Max. Power (Pmax)	354 W	358 W	362 W	365 W	369 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	40.8 V	41.0 V	41.2 V	41.4 V	41.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.68 A	8.74 A	8.79 A	8.83 A	8.88 A
Open Circuit Voltage (Voc)	49.4 V	49.6 V	49.8 V	50.0 V	50.2 V
Short Circuit Current (Isc)	9.29 A	9.33 A	9.38 A	9.42 A	9.46 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	156 [2 X (13 X 6)]
Dimensions	2250 X 1048 X 35 mm (88.6 X 41.3 X 1.38 in)
Weight	26.6 kg (58.6 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, 2 crossbars enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 400 mm (15.7 in) (+) / 280 mm (11.0 in) (-); landscape: 1400 mm (55.1 in); leap-frog connection: 1900 mm (74.8 in)*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	600 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.35 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.27 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.
Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

May 2020. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V2.0_EN

SUN2000-100KTL-M1

Smart String Inverter



10
MPP. Seguidor

98.8% (@ 480V)
Max. Eficiencia

Gestión de
nivel de cadena

Diagnóstico inteligente
de curvas I-V admitido

MBUS
Soportado

Diseño
Sin fusible

Protección contra rayos
Para DC y AC

IP66
Proteccion

Curva de eficiencia

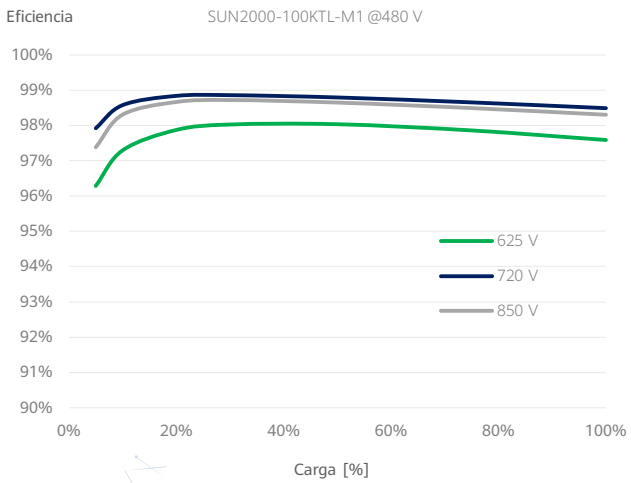
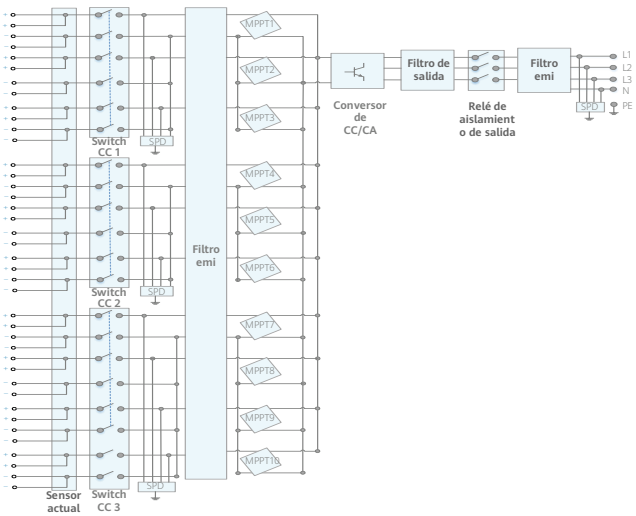


Diagrama de circuito

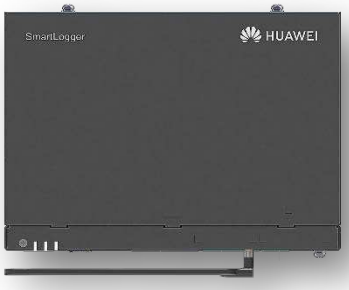


Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-100KTL-M1
	Eficiencia
Máxima eficiencia	98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V
Eficiencia europea ponderada	98.6% @480 V, 98.4% @380 V / 400 V
	Entrada
Tensión máxima de entrada [1]	1,100 V
Corriente de entrada máxima por MPPT	26 A
Corriente de cortocircuito máxima	40 A
Tensión de arranque	200 V
Tensión de funcionamiento MPPT [2]	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac, 570 V @380 Vac
Cantidad de MPPTs	10
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2
	Salida
Potencia activa	100,000 W
Max. Potencia aparante de CA	110,000 VA
Max. Potencia activa de CA (cosϕ = 1)	110,000 W
Tensión nominal de salida	480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad nominal de salida	120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V, 152.0 A @380 V
Max. intensidad de salida	133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V, 168.8 A @380 V
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo
Distorsión armónica total máxima	< 3%
	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	Type II
Descargador de sobretensiones de CA	Type II
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
	Comunicación
Display	Indicadores LED, Bluetooth + APP
RS485	Sí
USB	Sí
Monitorización de BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)
	Datos generales
Dimensiones (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Peso (incluida ménsula de montaje)	90 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C
Enfriamiento	Enfriamiento de aire inteligente
Max. Altitud de operación	4,000 m
Humedad de operación relativa	0 ~ 100%
Conector CC	Staubli MC4
Conector CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	< 3.5 W
	Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)
Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica	VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

* 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.

SmartLogger3000A



Inteligente
Diseño de control de exportación inteligente cero

Seguro
Fácil de instalar en el sitio

Fiable
Protección contra sobretensiones

Especificaciones técnicas	SmartLogger3000A03EU	SmartLogger3000A01EU
Gestión de dispositivos		
Max. Número de dispositivos manejables	80	
Interfaz de comunicación		
WAN	WAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps	
LAN	LAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps	
RS485	COM x 3, 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps, 1000 m	
MBUS	MBUS x 1, 115.2 kbps, Compatible con PLC	No apoyo
2G / 3G / 4G [1]	LTE(FDD) : B1,B2,B3,B4,B5,B7,B8,B20 DC-HSPA+/HSPA+/HSPA/UMTS : 850/900/1900/2100 MHz GSM/GPRS/EDGE: 850/900/1800/1900 MHz [2]	
Entrada / salida digital / analógica	DI x 4, DO x 2, AI x 4	
DO activo	12V, 100mA (conexión con relé, sensor)	
Protocolo de comunicación		
Ethernet	Modbus-TCP, IEC 60870-5-104	
RS485	Modbus-RTU, IEC 60870-5-103 (estándar), DL / T645	
Interacción		
LED	LED Indicator x 3 – RUN, ALM, 4G	
WEB	Web incrustada	
USB	USB 2.0 x 1	
APP	Comunicación por WLAN para la puesta en servicio	
Ambiente		
Rango de temperatura de operación	-40°C ~ 60°C	
Temperatura de almacenaje	-40°C ~ 70°C	
Humedad relativa (sin condensación)	5% ~ 95%	
Max. Altitud de operación	4,000 m	
Alimentación		
Fuente de alimentación de CA	100 V ~ 240 V, 50 Hz / 60 Hz	
Fuente de alimentación de CC	12 V / 24 V	
Consumo de energía	Típico 8 W, Max. 15 W	
Datos generales		
Dimensiones (W x H x D)	225 x 160 x 44 mm (sin orejas de montaje y antena)	
Peso	2 kg	
Grado de protección	IP20	
Opciones de instalación	Montaje en pared, montaje en riel DIN, montaje de mesa	

*1 Al poner dentro de la caja de metal, se necesitará antena extendida.
*2 Para recomendada lista y datos de portadores en frecuencias compatibles, póngase en contacto con los distribuidores locales.

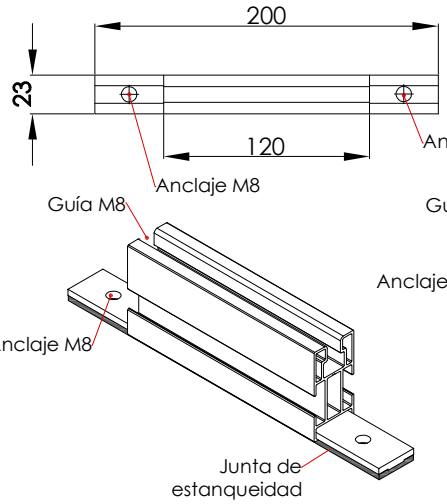
R1-02/21

Ficha técnica

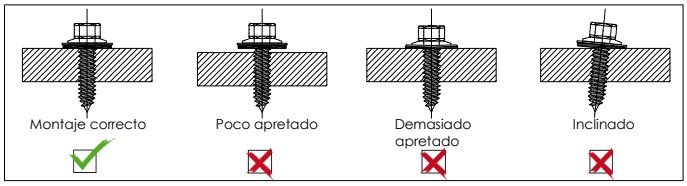
Soporte coplanar microrail para cubierta metálica

06H





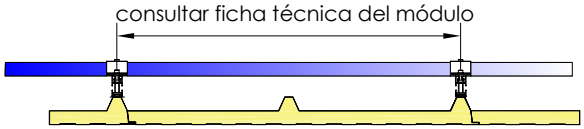
- Válido para cubiertas metálicas.
- Soporte coplanar para anclaje a chapa, en la parte superior de la greca.
- La fijación incluye junta de estanqueidad y tornillos de anclaje autorroscantes con arandela de sellado sin necesidad de pretaladro.
- Disposición de los módulos: Horizontal.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm
- Kits diponibles de 1 a 8 módulos.



Viento:	Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)
Materiales:	Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6 Tornillería presores: Acero inoxidable A2-70 Tornillería fijación: S44 Cincado autorroscante

Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.
Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

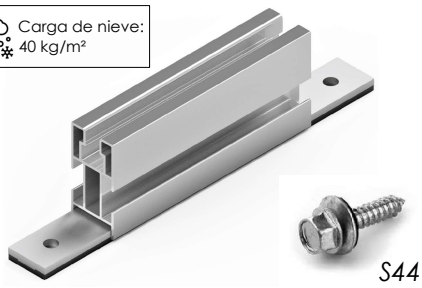
Para la distancia de anclajes de los módulos consultar ficha técnica del módulo



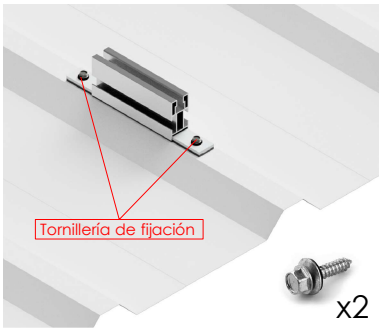
Para todos los módulos **- Sistema Kit**

Kit

Carga de nieve: 40 kg/m²



S44

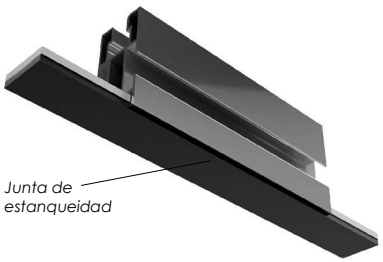


El perfil se fija a la chapa mediante 2 tornillos autorroscantes.





Perfiles perpendiculares a la cumbrera



Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

Herramientas necesarias:

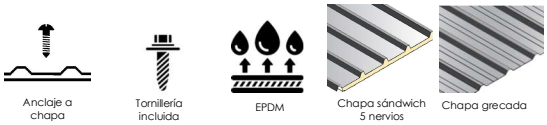


100% Reciclable

Marcado CE
ES19/86524

Seguridad:





Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.



R1-12/20

Ficha técnica

Tornillo de fijación

S42

SUNFER



Aplicación
Fijación de componentes y soportes a perfiles metálicos de pared delgada sin necesidad de pretaladro.

Características
Acero endurecido por cementado, recubrimiento orgánico.
Arandela de estanqueidad premontada.
Aplicación sin deslizamientos.
Fijación sin virutas.
Excelentes propiedades de agarre

Especificaciones técnicas:
Longitud tornillo 25mm
Diámetro tornillo 5,5 mm.
Diámetro exterior arandela 16 mm.
Accionamiento hexagonal SW8.
Velocidad de rotación para instalar máx. 1800 rpm.

Compatibilidad
Fijación directa en SG3 350, SG3500, 05V y 07V.
Tornillo de cosido a perfil G3 y G4.

Herramientas necesarias:



Par de apriete:	
Tornillo Hexagonal	10 Nm

Seguridad:




100% Reciclable

Marcado CE
ES19/86524

Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

Nota:

- Comprobar el buen estado de la chapa y la capacidad portante de la misma
- Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada

Soporte coplanar microrail para cubierta metálica. Horizontal.

06H

SUNFER

PLANO DE MONTAJE

1

2

3

4

5

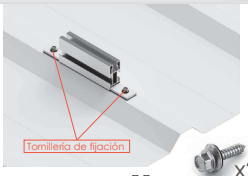
6

7

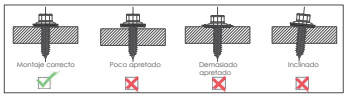
8

Anclaje de la fijación a la cubierta





x2







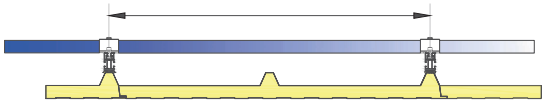
Perfiles perpendiculares a la cumbrera



El perfil se fija a la chapa mediante 2 tornillos autorroscantes

Revisar ficha técnica del módulo

Distancia recomendada según fabricante de módulo fotovoltaico.

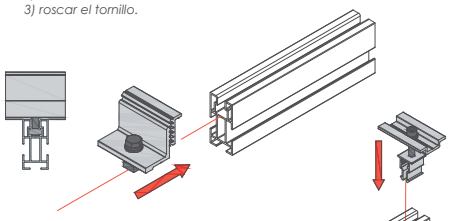


Fijación de los módulos con los presores centrales y laterales

Par de apriete:	
Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

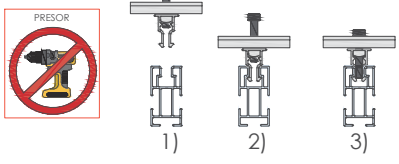
Presor lateral

1) Alinear presor con el perfil
2) Introducir en la ranura
3) roscar el tornillo.



Presor central

1) Alinear presor con el perfil
2) bajar hasta hacer clic
3) roscar el tornillo.



Fijación + Kit presor Lateral regulable

Fijación + Kit presor Central



S06



S10



S11

	S06	S10	S11
06H1	4	4	0
06H2	6	4	2
06H3	8	4	4
06H4	10	4	6
06H5	12	4	8
06H6	14	4	10
06H7	16	4	12
06H8	18	4	14

Todos los tamaños















Marcado CE
ES19/86524

Nos reservamos el derecho a realizar modificaciones en el producto en cualquier momento sin aviso previo si desde nuestro punto de vista son necesarias para la mejora de la calidad. Las ilustraciones pueden ser sólo ejemplos y, por tanto, la imagen que aparece puede diferir del producto suministrado.



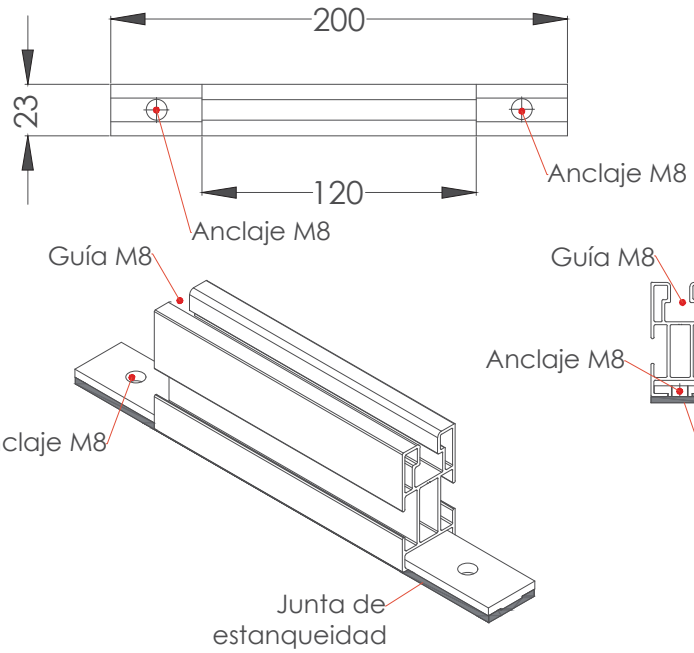
R1-12/20

Ficha técnica

Fijación para anclaje directo a chapa, sobre greca

S06

SUNFER



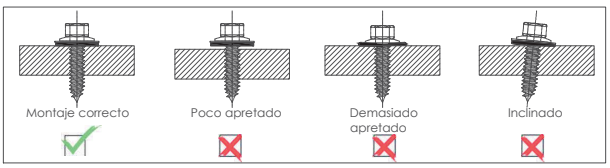


Tornillos de anclaje autorroscantes para evitar virutas sobre la chapa

*Para distancias entre grecas ≤400 mm





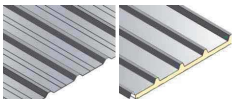


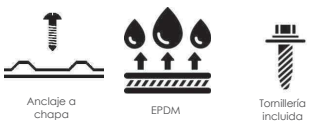
S06
Fijación para todo tipo de cubiertas metálicas,
Anclaje sobre la greca.

Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6

Incluye tornillos zincados con arandelas de sellado.
Incluye junta de estanqueidad EPDM.

Material 100% reciclable.
Cómoda instalación.





Herramientas necesarias:



Par de apriete:	
Tornillo 6,3 / 5,5 Hexagonal	10 Nm

Seguridad:



100% Reciclable

Marcado CE
ES19/86524

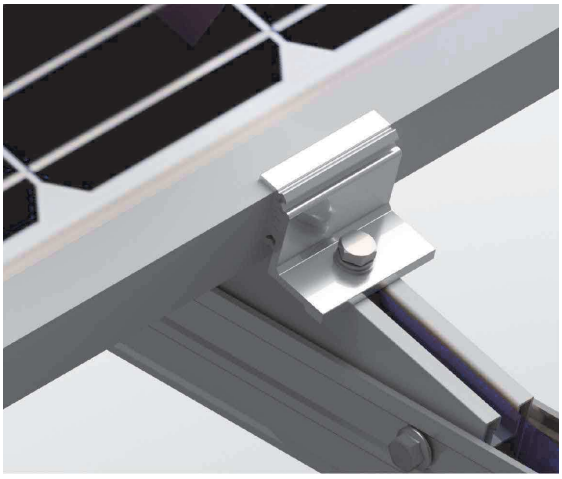
Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

Ficha técnica

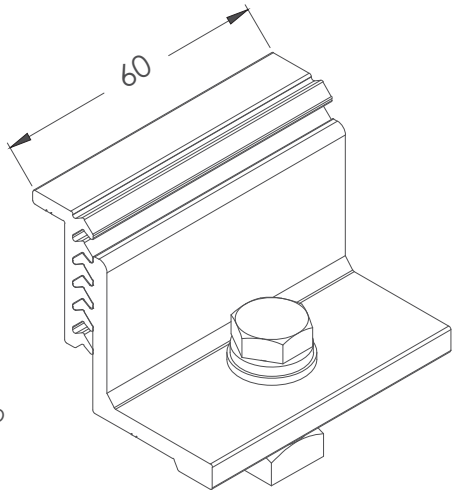
Presor lateral regulable para fijar paneles en inicio y final

S10

SUNFER

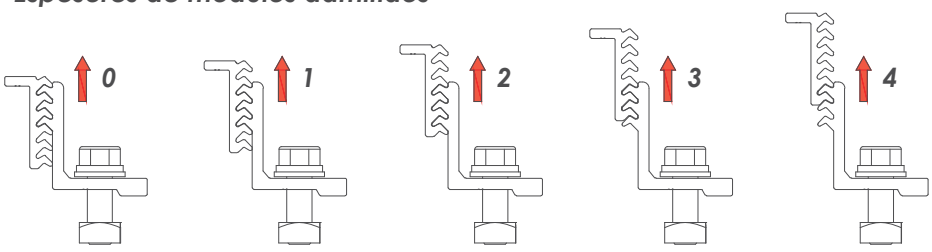






Válido para medidas de espesor de módulo de 30 mm a 50 mm. Para espesores diferentes solicitar bajo pedido.

Espesores de módulos admitidos



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

Herramientas necesarias:



Par de apriete:
Tornillo presor 7 Nm

Seguridad:



100% Reciclable

Marcado CE
ES19/86524

Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.



R1-12/20

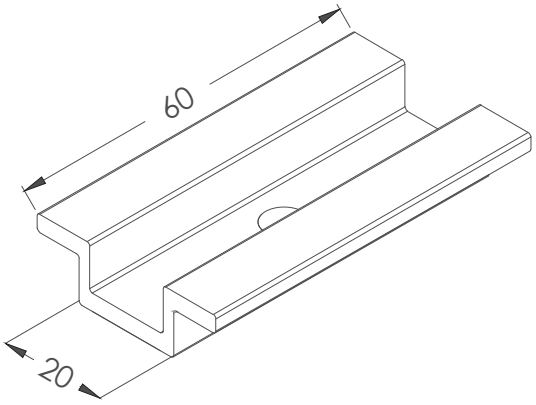
Ficha técnica

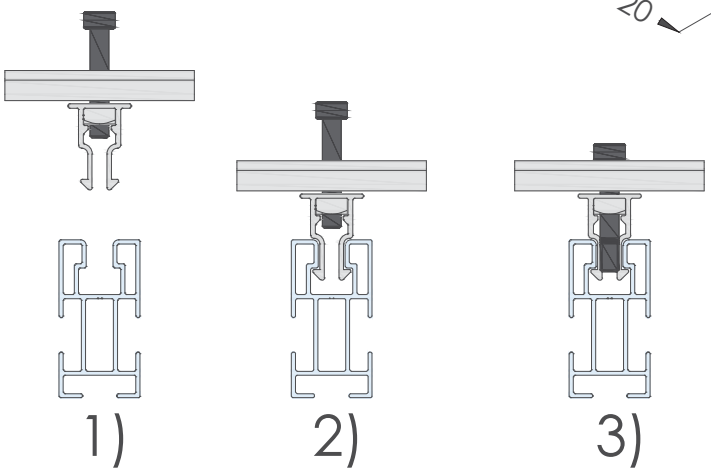
Presor central para fijar paneles uno con otro

S11

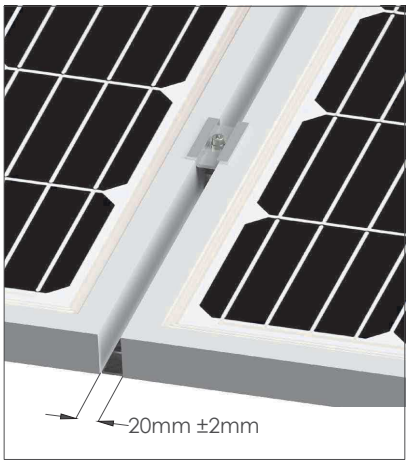
SUNFER







1) Alinear presor con el perfil
2) bajar hasta hacer clic
3) roscar el tornillo.



Válido para medidas de espesor de módulo de 30 mm a 45 mm. Para espesores diferentes solicitar bajo pedido.

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

Herramientas necesarias:



Par de apriete:	
Tornillo Presor	*7 Nm*

Seguridad:



100% Reciclable

Marcado CE
ES19/86524

Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

fotografies

Fotografia 1) Imatge de l'edifici



Fotografia 2) Imatge de la coberta



Fotografia 3) Imatge de l'escala d'accés a la coberta i del pas pel baixant vertical dels strings fins planta baixa



Fotografia 4) Imatge de la sala tècnica a on anirà l'inversor i els quadres de proteccions DC i AC



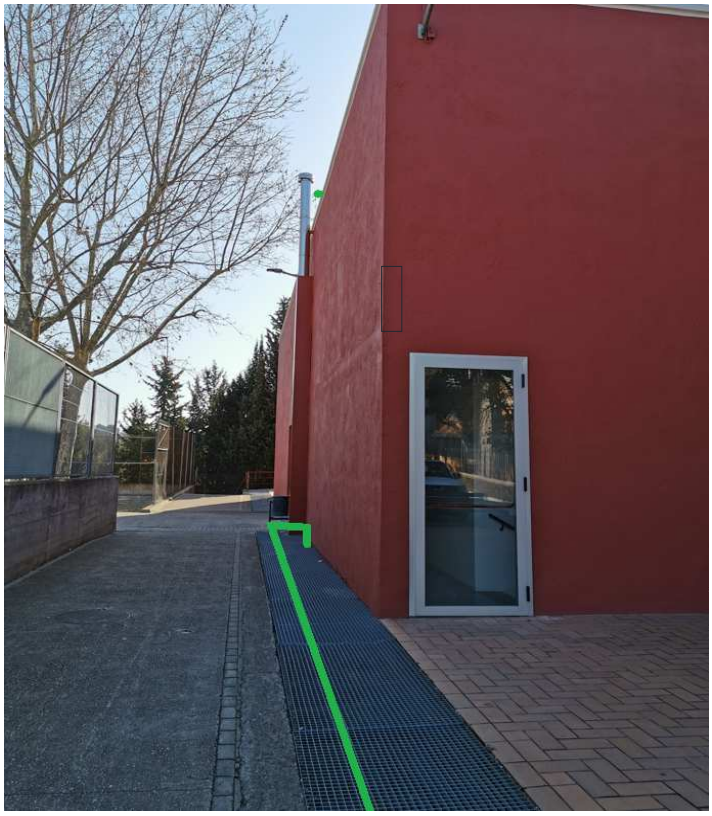
Fotografia 5) Baixant de l'escala per on anirà la safata amb els strings (fixats al pilar metàl·lic)



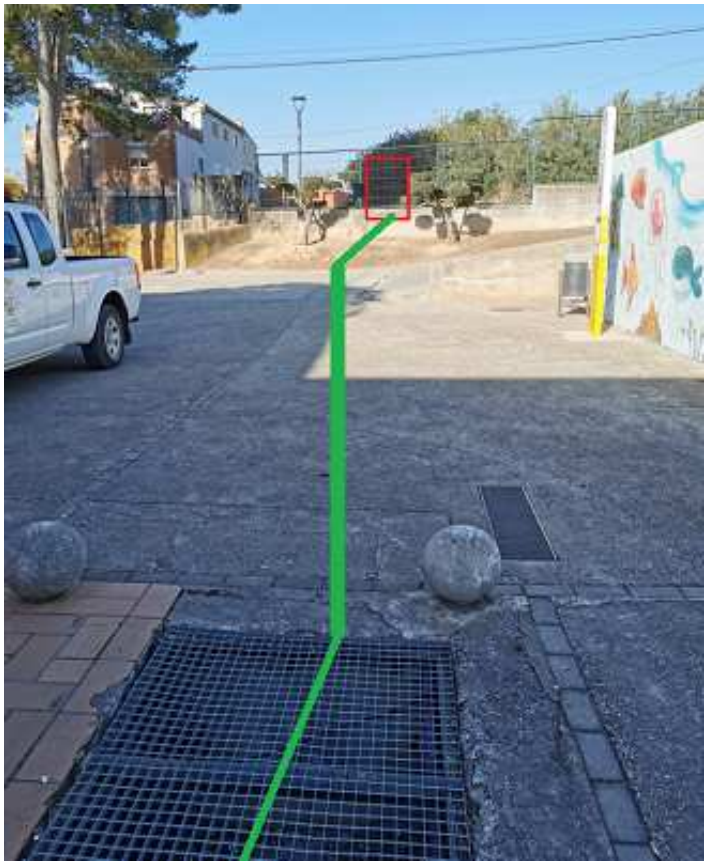
Fotografia 6) Baixant de l'escala i porta d'entrada de la sala tècnica



Fotografia 7) Sortida de la sala tècnica. Els tubs d'AC aniran per sota la reixa metàl·lica



Fotografia 8) Imatge del traçat soterrat que s'haurà de fer sobre el paviment (un cop s'ha acabat la canalització reixada)



Fotografia 9) Imatge del tros de canalització enterrada fins a l'entrada de l'armari prefabricat de formigó

