

2. Prevenció de riscos laborals i protecció ambiental

En el procés de muntatge de les instal·lacions fotovoltaïques, com en qualsevol altra activitat industrial, es requereix el compliment d'unes normes bàsiques per a la prevenció de riscos i seguretat en el treball, que alhora garanteixen la seguretat de l'instal·lador i de l'usuari de la instal·lació, i la protecció del medi ambient.

2.1. Riscos en el treball en instal·lacions solars fotovoltaïques

Els principals **riscos en el treball** en instal·lacions solars fotovoltaïques són comuns a la major part de tasques de l'instal·lador elèctric:

- Caiguda de persones a diferent nivell
- Caiguda de persones al mateix nivell
- Projecció de fragments o partícules
- Caiguda d'objectes per manipulació
- Caiguda d'objectes despresos
- Trepitjades sobre objectes
- Cops i talls per objectes o eines
- Exposició a temperatures ambientals extremes
- Sobreesforços
- Exposició a substàncies nocives i/o tòxiques
- Contactes elèctrics directes
- Contactes elèctrics indirectes
- Etc.

Per tal d'eliminar o minimitzar els efectes que poden produir aquests riscos en la salut del treballador quan es materialitza un accident, cal adoptar les mesures de prevenció adequades.

La **prevenció** és el conjunt d'activitats o mesures adoptades o previstes en una activitat amb l'objectiu de disminuir els riscos derivats del treball.

El principi fonamental de l'aplicació de mesures de prevenció és eliminar els riscos en l'origen, adoptant les tècniques operatives o organitzatives que permetin eliminar-los o, almenys, reduir al mínim els seus efectes. En

INSTAL·LACIONS SOLARS FOTOVOLTAIQUES

- **Mesures de protecció col·lectives.** Un dels principis sobre la prevenció dels riscos laborals és adoptar les mesures que anteposin la protecció col·lectiva a la individual, per tal de protegir els treballadors en el seu conjunt dels riscos del lloc de treball: plataformes, bastides i passarel·les protegides mitjançant baranes, xarxes de seguretat, etc.
- **Mesurades de protecció individual.** Si una vegada adoptades les mesures de protecció col·lectiva encara existeix risc d'accident per als treballadors, és necessari dotar a aquests dels equips de protecció individual (EPI) que siguin necessaris en cada cas concret, segons el tipus de risc: guants, cascots, ulleres de protecció, etc.

2.2. Execució d'una instal·lació fotovoltaica

Per tal d'avaluar les mesures de prevenció necessàries començarem definint els processos bàsics que intervenen en l'execució d'una instal·lació fotovoltaica. En la [taula 2.1](#) s'enumeren les fases de muntatge d'una instal·lació fotovoltaica; considerem que, en aquest cas, els panells es muntaran sobre la coberta d'un edifici.

Taula 2.1. Descripció de les tasques més significatives en el muntatge d'una instal·lació fotovoltaica

Tasca	Descripció de la tasca
Muntatge de les estructures de les plaques	Cal pujar les estructures a la coberta per muntar-les i fixar les estructures muntades tenint cura de mantenir sempre una impermeabilització perfecta de la coberta.
Muntatge de les plaques solars en l'estructura	Cal pujar les plaques solars a la coberta i fixar-les en les seves estructures de suport. Amb això s'acaba la part de mecànica de la instal·lació.
Instal·lació elèctrica de les plaques solars	Cal muntar les canalitzacions i els tubs de protecció del cablatge i posteriorment passar els cables i connectar elèctricament les plaques solars seguint l'esquema del circuit. Les connexions de cada grup de plaques (subcamps) s'han de connectar en caixes estanques sobre la línia elèctrica del camp solar, i aquesta ha de conduir protegida fins al recinte que conté els equips de protecció, control, conversió, acumulació (si és una instal·lació autònoma) i mesura (comptadors).
Muntatge dels equips de control i mesura	Muntatge dels equips, inversor(s), regulador (si n'hi ha) a la paret o en l'armari corresponent. Per a la instal·lació de les canalitzacions i el cablatge, en el cas d'una instal·lació autònoma deixarem, hem de deixar els cables a punt de connectar a les bateries.
Muntatge de bateries	Cal emplaçar les bateries en el seu lloc definitiu, amb el muntatge de les canalitzacions i els tubs de protecció necessaris. Tot seguit caldrà connectar els vasos de les bateries i el quadre amb els elements de protecció.
Muntatge del quadre general	Cal connectar la línia de generació elèctrica al quadre general de protecció (CGP) de la companyia elèctrica, segons els plànols de la instal·lació.

2.3. Els equips de protecció personal necessaris

tal·lador correcta, aquest ha d'anar proveït com a mínim del
equips de protecció personal següents:

- Casc de polietilè.
- Ulleres transparents.
- Guants (aïllants, en aquest cas).
- Comprovadors de tensió.
- Roba adequada de feina.
- Cinturó de seguretat o faixa elàstica de cintura.
- Davantal de goma o plàstic, impermeable (només per treballar amb bateries).
- Botes de seguretat (aïllants, en el nostre cas).

2.4. Tasques i pautes de treball a considerar en el muntatge de les estructures de suport i panells en la coberta

En el muntatge de les estructures i panells solars en la coberta es desenvoluparan tasques bàsicament de serralleria i muntatge mecànic de les estructures, peli per això cal evitar sobreesforços, especialment en postures incorrectes quan s'aixequen pesos.

Per altra banda, en la manipulació de les eines i materials serà necessari preveure el risc de talls, cops i la projecció de partícules durant les feines de tall.

Com a mesures preventives en el muntatge de les estructures i ancoratge dels panells, és necessari tenir compte:

- Per al procés de tall dels perfils metàl·lics, procurarem preparar l'espai d'ocupació per a aquesta feina tot evitant l'acumulació d'objectes o volums que entorpeixin la tasca, a l'efecte d'evitar caigudes del personal per entrebancs.
- Cal fer servir el casc de protecció per evitar cops durant el maneig i fixació dels perfils.
- És necessària la utilització de guants de cuir per evitar els talls en mans o extremitats provocats per les rebaves dels perfils.
- Els operaris que facin les tasques de tall del material han d'utilitzar ulleres especials de protecció ocular.
- Les màquines de tall utilitzades per a aquesta feina han de disposar de les proteccions elèctriques adequades per evitar contactes elèctrics directes o indirectes.
- La línia d'alimentació provisional de l'obra ha de disposar dels relés de protecció diferencial a fi que, davant d'un mal contacte home-màquina fortuït, es desconnecti de la font d'alimentació elèctrica.
- La manipulació dels perfils metàl·lics l'han de fer entre dos operaris quan el seu volum o pes ho requereixi, per evitar així sobreesforços físics per postures incorrectes, especialment en aixecar pesos.
- Cal evitar que durant les feines de tall dels perfils circuli personal aliè a l'obra per la zona.

INSTAL·LACIONS SOLARS FOTOVOLTAIQUES

- La fixació de les plaques als seus suports, si és possible, l'han de fer entre dos operaris.

2.4.1. Treballs d'altura

Per a la instal·lació d'estructures i panells en una coberta, i encara més en una teulada inclinada, cal fer especial atenció a les mesures de protecció aplicables als treballs d'altura.



Aquí els riscos principals són les possibles caigudes de les persones o objectes, com eines o materials. També hi ha riscos per a tercers en cas de presència de personal aliè aen la instal·lació en la zona d'execució dels treballs, com per exemple vianants en les zones urbanes.



Com a mesures preventives en els treballs d'altura és necessari tenir en compte el següent:

- Cal fer l'ascens i descens de la coberta per l'accés habilitat per a això, dotat d'escala metàl·lica amb baranes, fins al nivell del terreny.
- En la coberta s'ha d'anar proveït de cinturó de seguretat fixat a una línia d'ancoratge segura.
- Les tasques en coberta només s'han de fer amb màquines eina portàtils.
- Els cables d'alimentació s'han de fer passar per espais adequats i protegits i, en cas necessari, cal fixar-los a la paret per evitar molèsties o perills per enrotllaments o ensopegades.
- El muntatge de les peces en coberta s'ha de fer amb atenció i cura per evitar cops, talls, etc.
- En les zones de la coberta on hi hagi lluernes, s'han de col·locar plataformes de fusta portàtils per evitar que cedeixin al pas dels treballadors i evitar caigudes.
- En la part interior de la coberta (patis interiors) s'ha de col·locar una xarxa de protecció anticaigudes.
- Cada placa solar s'ha de fixar al seu suport de manera definitiva i una rere l'altra, amb els elements de subjecció adequats. La fixació provisional de les plaques solars queda prohibida, per evitar que es desprenguin i caiguin i provoquin danys personals i materials.

2.4.2. Elevació d'elements en la coberta

Una altra de les tasques específiques dels treballs en coberta seràés l'elevació d'elements a la coberta. Per a aquesta operació es requereix la utilització d'equips d'elevació adequats, i es pot considerar com una operació de risc moderat sempre que els equips d'elevació estiguin en bon estat.

Tot i això, per tal d'evitar possibles riscos en aquesta operació cal preveure les mesures següents:

- No s'han de guiar els elements en suspensió amb les mans; les guies s'han d'enganxar abans d'hissar-los.
- En cap cas no es pot romandre o transitar sota peces suspeses.

INSTAL·LACIONS SOLARS FOTOVOLTAIQUES

- En teulades més inclinades, una vegada la peça estigui presentada en destinació, s'ha de collar al seu suport sense despenjar-la de l'equip d'elevació. Un cop ja estigui fixada, s'ha de desprendre del balancí.

En el cas de cobertes planes o amb poca inclinació, els elements s'han de col·locar de manera ordenada per afavorir el pas durant el muntatge.

2.5. Tasques i pautes de treball a considerar en fer les connexions elèctriques de les plaques solars

En aquesta fase del muntatge s'ha de treballar amb tensió elèctrica, en corrent continu. Tot i així, no s'ha d'oblidar el llinar de tensió perillosa i cal extremar les mesures de seguretat en el cas de treballar amb tensions de corrent continu superiors als 75 V.

El principal risc en aquesta fase de treball és el risc d'electrocució o cremades per manca d'aïllament. Per això cal utilitzar eines específiques per a instal·lacions elèctriques, que han d'estar aïllades, i també serà necessari treballar amb guants de goma o de PVC per connectar els conductors elèctrics terminals als borns corresponents.

Com a criteri general de seguretat en la connexió de les plaques, quan la tensió de treball sigui superior a 75 V s'han d'aplicar les mesures següents:

- Durant l'execució de les connexions elèctriques de les plaques solars cal evitar que els conductors elèctrics toquin parts metàl·liques o el cos i les mans. Per això s'han d'aïllar els terminals nus de conductor amb material adequat per a aquesta finalitat.
- Hem de tapar amb cartró o làmina plàstica fosca les plaques solars que estiguem connectant en aquell moment, per evitar la generació de tensions perilloses. Lògicament, això és especialment important en les hores centrals dels dies més lluminosos.
- Cada línia de plaques solars es deixa completament connectada fins als borns de la caixa de connexió del camp solar. El dispositiu fusible ha de romandre en estat obert.
- El cablatge de tot el camp solar fins a l'espai tècnic es realitza amb les mateixes prescripcions anteriors, passant pels conductes i canals protectors.
- Des de la caixa de connexions de camp cal estendre el corresponent conductor elèctric directament fins al quadre d'entrada als inversors. Cada línia muntada així estarà totalment protegida d'eventuals contactes elèctrics.

2.6. Tasques i pautes de treball a considerar en la manipulació de la bateria

La bateria és l'element més perillós de les instal·lacions solars fotovoltaïques autònomes, tant durant el seu muntatge com en la utilització posterior. Per això en aquest apartat hem afegit els requisits de seguretat

INSTAL·LACIONS SOLARS FOTOVOLTAIQUES

Figura 2.1. Cartell d'identificació dels perills presents en les sales de bateries



Destacarem per començar que la bateria acostuma a ser un element pesat i de manipulació i transport difícils. És per això que s'ha de tenir especial cura amb les posicions incorrectes durant el transport i col·locació en el seu emplaçament, pel que fa als sobreesforços amb postures incorrectes.

Per la naturalesa de la bateria, és fàcil que es produeixin contactes elèctrics directes i indirectes, o cremades per vessament d'àcid o fins i tot explosions. També hi ha risc d'intoxicació. Per això, en el muntatge de les bateries cal el següent:

- Sempre hem de ventilar molt bé la sala de bateries abans de fer-hi qualsevol dels treballs indicats més avall.
- No hem de fumar mai ni encendre llumins o encenedors a la sala de bateries.
- L'ús de llanternes o qualsevol instrument elèctric queda condicionat a la ventilació prèvia del local on estiguin allotjades les bateries.
- Totes les eines que utilitzem han d'estar degudament aïllades per evitar curtcircuits o contactes indirectes accidentals.
- En tota maniobra de connexió/desconnexió ens assegurem de l'absència de corrent en el circuit.
- Quan calgui fer el trasllat d'acumuladors hem d'utilitzar carretons adequats i només els aixequem a pes per traspasar-los als vehicles o per ubicar-los al seu emplaçament definitiu.
- Quan desembalem les bateries (normalment de contenidor plàstic) hem de tenir cura de no recolzar-les sobre elements punxeguts (com claus de l'embalatge).
- No hem d'agafar mai els elements (vasos) de les bateries pels borns d'interconnexió. Se'n podria desprendre la tapa i obrir-se, especialment quan es tracti d'elements usats.
- Els taps dels vasos només els retirem per mesurar la densitat de l'electròlit, per afegir-hi aigua destil·lada, o per fer una inspecció

INSTAL·LACIONS SOLARS FOTOVOLTAIQUES

- Després de la realització de qualsevol treball amb la bateria ens hem de rentar les mans acuradament.

2.6.1. Normes de seguretat complementàries per a la sala de bateries

La sala on s'ubiquin les bateries ha de reunir unes condicions de seguretat especials per evitar els perills inherents a aquests dispositius. Per començar, haurà d'estar ben ventilada i lliure d'agents químics que puguin perjudicar el seu contingut. No ha d'haver-hi cap bateria en locals amb mala ventilació, i sempre lluny de fonts de calor. Així evitarem l'acumulació de gasos inflamables o nocius.

Dins del recinte de les bateries no s'han d'emmagatzemar materials combustibles, sigui quina sigui la seva naturalesa, ni maquinària que pugui generar algun tipus de deflagració. Així doncs, qualsevol generador auxiliar de gasolina o gasoil s'ha d'allotjar en un compartiment totalment independent.

El terra dels passadissos de servei i les seves parets fins a 1,80 m d'altura han d'estar elèctricament aïllats en relació amb la tensió del conjunt de bateries.

Cada vas de la bateria ha d'estar col·locat de manera que sigui accessible per a la presa de lectures de densitat i tensió i per afegir-hi l'aigua destil·lada.

Recordem que sempre que manipulem àcids i electròlits hem de portar ulleres especials de protecció ocular.

Les peces nues amb tensió s'han d'instal·lar de manera que sigui impossible per al treballador entrar-hi en contacte inadvertidament de manera simultània.

Els interruptors, seccionadors, fusibles, etc. s'han d'instal·lar fora del local on es trobin les bateries, llevat que siguin del tipus antideflaquant.

La sala ha de disposar d'una cubeta o desguàs de recollida de vessaments d'electròlit.

Prop de les bateries o del lloc on es manipulin àcids i electròlits s'han de disposar rentaualls i dutxes d'emergència per al personal, en cas de projecció o esquitxada de l'electròlit. Al mateix temps, la sala ha de disposar d'una farmaciola equipada amb els elements necessaris per fer una primera cura d'urgència.

També és aconsellable tenir a mà i en lloc visible un extintor de pols seca o gas inert apte per a focs elèctrics (tipus E).

2.7. Muntatge de reguladors, inversors i connexions elèctriques

INSTAL·LACIONS SOLARS FOTOVOLTAIQUES

causades per la utilització de eines inadequades o per un muntatge incorrecte dels equips. Tot seguit esmentem les incidències més destacables.

Són riscos de naturalesa elèctrica l'electrocució o cremades causades pel següent:

- Mala protecció dels quadres elèctrics.
- Maniobres incorrectes en les línies.
- Ús d'eines sense aïllament.
- Muntatge incorrecte dels mecanismes de protecció.
- Connexions directes sense clavilles.

També es podrien produir incendis per una instal·lació incorrecta de la xarxa elèctrica; en aquest cas cal que els reguladors i els inversors estiguin desconnectats elèctricament en el seu lloc d'emplaçament de qualsevol font d'alimentació.

En la connexió elèctrica d'aquests elements, hem de començar pel costat del corrent continu mantenint la protecció oberta corresponent, i així evitem el salt d'espurnes elèctriques. De manera similar hem de fer la connexió dels equips pel costat del corrent altern, sempre amb les proteccions corresponents obertes.

Suplementàriament hem de procurar tenir el terra ben sec a la zona dels treballs, i evitar l'acumulació o l'abocament intencionat d'aigua, que faria més conductor el terreny.

2.7.1. Muntatge del quadre elèctric general de proteccions i d'interconnexió

El muntatge del quadre general de proteccions és específic de les instal·lacions de connexió a la xarxa elèctrica. En aquest cas, tot i que les instal·lacions presenten totes les mesures de protecció elèctrica preceptives, cal recordar que en determinats moments es treballa directament sobre la xarxa elèctrica i aquesta no presenta cap mesura de protecció contra contactes directes o indirectes.

2.8. Normes i mesures preventives típiques

Complementàriament a les mesures de seguretat preceptives i específiques en els treballs de les instal·lacions solars fotovoltaïques, cal preveure mesures preventives afins a les tasques en les instal·lacions fotovoltaïques.

2.8.1. Treballs en l'escomesa de companyia

En qualsevol treball sobre l'escomesa de companyia que presenti algun perill de manera implícita, caldrà notificar a la companyia subministradora propietària de la línia la nostra intenció d'iniciar les feines i, si fos

INSTAL·LACIONS SOLARS FOTOVOLTAIQUES

Figura 2.2. Instal·lació elèctrica provisional amb l'escomesa elèctrica amb una protecció deficient



En aquesta situació no començarem cap feina en les proximitats de la línia fins que no hàgim comprovat que el tall de fluid i la posada a terra són efectius.

Pel contrari, en el cas de realitzar treballs propers a una línia en servei de tensió mitjana o alta, la distància de seguretat fins a conductors de línies elèctriques en servei ha de ser la que marquin les normes de tensió alta, mitjana i baixa, i en qualsevol cas ha de ser superior a cinc metres.

2.8.2. Utilització de màquines eina

Pel que fa a la utilització de màquines eina caldrà tenir en compte, com a mínim, que siguin de doble aïllament si són elèctriques i amb els motors protegits per carcasses adequades. En ambients humits la tensió d'alimentació ha de ser de 24 V.

Les transmissions d'engranatges han d'estar protegides per carcasses de malla metàl·lica que permetin veure'n el funcionament. Igualment han d'estar protegits altres elements de transmissió motriu com corretges, cadenes, etc. Les eines de tall han de tenir el disc protegit amb una carcassa.

No hem de fer mai reparacions o manipulacions amb cap màquina en funcionament; el muntatge i ajust de corretges cal fer-lo amb eines adequades. Les màquines o eines avariades les hem de senyalitzar amb un rètol com per exemple "No connectar, avariats".

2.8.3. Normes i mesures de protecció general

Les indicacions següents són generals i es recomana complir-les, ja que des que comença una obra fins que s'acaba l'electricitat i els seus riscos hi són sempre presents:

- Sempre hem de portar correctament els equips de protecció personal i hem de comprovar que són ben visibles i als es troben en els llocs necessaris els senyals normalitzats informatius dels diferents perills existents.

INSTAL·LACIONS SOLARS FOTOVOLTAIQUES

nexions de regletes s'han de mantenir sempre dins les seves carcasses protectores.

- S'han de connectar a terra les carcasses dels motors que no disposin de doble aïllament. Mai no hem de fer les connexions a terra a través de conduccions d'aigua, armadures, etc. Igualment hem de revisar que el cable de terra dels endolls de les mànegues allargadores es connecti correctament. Les connexions directes cable-clavilla no són permeses.

Tot i que és ben elemental, recordeu que no heu d'estirar mai els cables per desconnectar-los de la base de l'endoll, sinó que cal retirar l'endoll (mascle) de la base.